



UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Troquel de estampación para industria de automoción

Autor/es

OMAR SÁENZ MAGAÑA

Director/es

JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2017-18



Troquel de estampación para industria de automoción, de OMAR SÁENZ
MAGAÑA

(publicada por la Universidad de La Rioja) se difunde bajo una Licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported. Permisos que vayan más allá de lo cubierto por esta licencia pueden solicitarse a los titulares del copyright.



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2017/2018

CONVOCATORIA: MARZO

TÍTULO:

**TROQUEL DE ESTAMPACIÓN PARA INDUSTRIA
DE AUTOMOCIÓN**

AUTOR: OMAR SÁENZ MAGAÑA

DIRECTOR/ES: JULIO BLANCO FERNÁNDEZ

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

En primer lugar, debo agradecerles a mis padres y a mi hermano su apoyo incondicional y continuado durante todos estos años. Me han enseñado que con trabajo, sacrificio y espíritu de superación se puede llegar hasta donde uno se lo proponga. Sin ellos esto no habría sido posible, espero que todo su esfuerzo se haya visto recompensado.

A mis queridísimos tíos Toño y Fina, porque me han enseñado que la constancia y el esfuerzo diario, son la base para que la vida de sus frutos y, que quien siembra, recoge. Nunca lo voy a olvidar.

Gracias por estar siempre ahí.

Si estoy donde estoy, es todo gracias a ellos.

*Omar Sáenz Magaña
Logroño, julio de 2017*

RESUMEN

Este trabajo consiste en realizar el cálculo y diseño de un troquel progresivo de estampación, que cumpla los criterios necesarios para la fabricación de una pieza en acero utilizada en la industria automotriz. El cuerpo principal del proyecto se encuentra desarrollado en la Memoria y los Anexos. Para ello se tiene en cuenta el diseño y geometría de la pieza y de esta forma, crear mediante el programa de diseño mecánico Catia V5 el elemento de estudio. Una vez que el troquel ha sido creado, quedando perfectamente definido y diseñado para acometer su función de fabricación de la pieza, se presentan las fases necesarias para ello.

Para finalizar, siguiendo la normativa concerniente a este tipo de proyecto, se presentan los Planos del diseño final, el Pliego de Condiciones referente a la materialización del mismo, y un estudio económico realizado en los documentos de Mediciones y Presupuesto.

ABSTRACT

This dissertation is about making the calculation and design of the progressive die stamping that fulfills the requirements for the manufacture of a steel part used in the automotive industry. The project's main part has been developed in the Report and its Annexes. For it, it's necessary to keep in mind the inspection and measurement of the shape of the part. In this way, it's designed by means of the program of mechanical design Catia V5. As soon as the die has been created and perfectly defined-designed to attack his role of manufacture of the steel part there are presented the phases necessities.

At last, following the rules concerning this sort of project, the final design's Plans, the Specifications referred to its realization, and a financial study stated in the Measurements and in the Budget is done.

ÍNDICE GENERAL

**Troquel progresivo de estampación para
industria de automoción**

17040-803G

AUTOR: Omar Sáenz Magaña



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Firma el presente documento:

Omar Sáenz Magaña

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Logroño, 3 de febrero de 2017

MEMORIA

1. Objeto	5
2. Alcance.....	6
3. Antecedentes	6
4. Normas y Referencias	9
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	9
4.2. Normativa relativa a los componentes	10
4.3. Normativa relativa a los materiales de fabricación.....	12
4.4. Nociones y compendios:	12
4.5. Programas de cálculo	13
4.6. Bibliografía.....	13
5. Definiciones y abreviaturas	14
6. Conformado en frío de la chapa.....	15
6.1. Corte	15
6.2. Doblado.....	16
6.3. Embutición	17
7. Requisitos de diseño.....	19
7.1. Estudio de la pieza	20
7.2. Material.....	21
7.3. Función.....	22
8. Análisis de soluciones y resultados finales	23
8.1. Elección y descripción de la matriz.....	23
8.2. Diseño geométrico de la pieza	33
8.3. Secuencia de fabricación de la pieza	33
9. Determinación de esfuerzos	37
10. Diseño del troquel.....	39
11. Diseño de herramientas de corte no normalizadas.....	39
12. Proceso de diseño.....	41
12.1. Detección de contornos	42
12.2. División de la banda	43
13. Estudio del troquel.....	43
13.1. Función.....	43
13.2. Materiales	44
13.3. Componentes mecánicos.....	44
13.3.1. Parte inferior	46
13.3.1.1. Placa inferior.....	46
13.3.1.2. Base inferior	47

13.3.1.3.	Cilindros	48
13.3.1.4.	Cilindros almacenaje	48
13.3.1.5.	Casquillos columnas	49
13.3.1.6.	Casquillos guía	50
13.3.1.7.	Machos de embutición y doblado	50
13.3.1.8.	Cala	51
13.3.1.9.	Tornillo limitador	51
13.3.1.10.	Distanciadores	52
13.3.1.11.	Centrador	52
13.3.1.12.	Portadígitos	53
13.3.1.13.	Cuchillas inferiores	53
13.3.1.14.	Expulsores	54
13.3.1.16.	Muñequillas	55
13.3.1.17.	Rampas	55
13.3.1.19.	Guías banda	58
13.3.2.	Parte superior	59
13.3.2.1.	Base superior	59
13.3.2.2.	Suplemento base superior	60
13.3.2.3.	Punzones	60
13.3.2.4.	Portapunzones	61
13.3.2.5.	Cilindros	62
13.3.2.6.	Columnas	62
13.3.2.7.	Expulsor retal	63
13.3.2.8.	Matrices de doblado y calas	63
13.3.2.9.	Machos de corte y doblado	64
13.3.2.10.	Pilotos centradores	65
13.3.2.11.	Suplemento superior	66
13.3.2.12.	Suplemento amarre	67
13.3.2.13.	Pisadores	67
14.	Normalizados	69
14.1.	Columnas guía	70
14.2.	Muelles	70
14.3.	Topes guía	70
14.4.	Pasadores	70
15.	Elección de la prensa	69

ANEXOS**ANEXO 01: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS**

1. Cálculos generales de fuerza	4
1.1. Proceso de corte o punzonado	4
1.1.1. Dimensión mínima pieza troquelada	8
1.1.2. Esfuerzo de corte.....	8
1.1.3. Trabajo de corte.....	9
1.1.5. Determinación de la fuerza de expulsión de los punzones.....	10
1.1.6. Fuerza de corte o punzonado agujero interno	11
1.2. Fuerzas producidas en el doblado.....	12
1.2.1. Ángulo de doblado.....	13
1.2.2. Altura punzón doblado	15
1.3. Fuerza de embutición	15
1.3.1. Velocidad de embutición	17
2. Holgura entre punzón y matriz	17
2.1. Juego entre punzón y matriz	18
3. Márgenes de separación.....	20
4. Resistencia a pandeo de los punzones	21
5. Rendimiento de la banda	22
6. Cálculo y elección de los muelles	23

PLANOS

0.0	Parte inferior.....	1
0.1	Base inferior mecanizados.....	2
0.2	Base inferior normalizados.....	50
0.3	Parrillas y expulsor.....	77
0.4	Parte superior.....	92
0.5	Base superior mecanizados.....	93
0.6	Base superior normalizados.....	133
0.7	Pisadores.....	154
1.1.1	Rampas.....	178
1.1.2	Planta inferior.....	179
1.1.3	Planta superior.....	180
1.1.4	Secciones.....	181
1.1.5	Troquel abierto.....	182

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto.....	6
2. Descripción del producto.....	6
2.1. Listado de materiales y elementos	6
3. Especificaciones técnicas de los materiales	9
3.1. Calidades mínimas a exigir	9
3.1.1. Acero F-114.....	9
3.1.2. Calibrado (acero F-111)	10
3.1.3. Acero 2379 ISO-B	11
3.1.4. Acero f-522	11
3.1.5. Adiprene.....	12
3.2. Tratamientos térmicos.....	12
3.2.1. Acero F-114.....	12
3.2.2. Acero F-111	13
3.2.3. Acero F-522.....	13
3.3. Defectos en el temple	15
3.4. Acabados superficiales.....	17
4. Compatibilidad y relación entre documentos	17
5. Condiciones facultativas.....	18
5.3. Obligaciones del proyectista	18
6. Condiciones económicas	19
6.1. Precio del contrato.....	19
6.2. Mediciones.....	19
6.3. Diferencias en el presupuesto	19
6.4. Valoraciones y precios.....	20
6.4.1. Valoraciones.....	20
6.4.2. Valor constructivo	20
6.4.3. Precios contradictorios	20
7. Gestión de la fabricación.....	21
7.3. Plazos de ejecución y entrega.....	21
7.4. Revisión definitiva.....	21
7.5. Plazo de garantía.....	21
7.6. Pruebas.....	22
8. Condiciones legales	22
9. Seguridad e higiene en el trabajo	22
9.3. Objeto	22
9.4. Normativa.....	23

9.5.	Riesgos	23
9.5.1.	Medidas de seguridad.....	23
9.5.2.	Protección de máquinas	23
9.5.3.	Protección de los operarios	24
10.	Aceptación de materiales	25
11.	Controles de fabricación	25
11.1.	Ajustes y tolerancias	26
11.2.	Procedimientos de prueba para la embutición.....	26
11.3.	Lubricación de la chapa.....	27
11.4.	Puesta a punto del troquel	28
11.5.	Defectos por la baja calidad de la chapa	29
11.6.	Líneas de fluencia	30
11.8.	Diferencias de espesor en la chapa	31
11.9.	Desgarros producidos debajo de la brida de la chapa	31
12.	Especificaciones de ejecución.....	31
12.1.	Mecanizado de las piezas.....	31
12.2.	Ensamblaje de los elementos.....	32
13.	Mantenimiento general	32
13.1.	Mantenimiento preventivo	33
13.1.1.	Revisión de punzones	34
13.1.2.	Revisión de la placa matriz	35
13.1.3.	Revisión de la placa pisadora	35
13.1.4.	Revisión de la placa base inferior	35
13.1.5.	Revisión de muelles	35
13.1.6.	Revisión de elementos guía.....	36
13.2.	Mantenimiento correctivo	36

MEDICIONES

1. Componentes mecánicos base inferior.....	1
2. Normalizados base inferior.....	5
3. Parrillas y Expulsor.....	7
4. Componentes mecánicos base superior.....	9
5. Normalizados base superior.....	11
6. Pisadores	13

PRESUPUESTO

1. C.P.U. Materiales	3
2. C.P.U. Maquinaria	3
3. C.P.U. Mano de obra	3
4. C.P.U. Unidades de obra totales (Cuadro de precios 1)	4
4.1. Componentes mecánicos base inferior	4
4.2. Normalizados base inferior	8
4.3. Parrillas y expulsor.....	10
4.4. Componentes mecánicos base superior.....	12
4.4. Normalizados base superior.....	15
4.5. Pisadores.....	17
5. C.P.U. presupuesto referente a los materiales (Cuadro de precios 2).....	19
5.1. Coste de materia prima.....	19
6. Tiempos y coste de fabricación.....	22
7. Presupuestos parciales.....	25
7.1. Precio mano de obra.....	25
7.2. Precio total materia prima.....	25
7.3. Presupuesto referente a la fabricación de la pieza.....	26
7.4. Coste del mantenimiento.....	26
8. Presupuesto general.....	28
9. Resumen de presupuesto.....	28

MEMORIA

**Troquel progresivo de estampación para
industria de automoción**

17040-803G

AUTOR: Omar Sáenz Magaña



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Firma el presente documento:

Omar Sáenz Magaña

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Logroño, 3 de julio de 2017

MEMORIA

1. Objeto	5
2. Alcance.....	6
3. Antecedentes	6
4. Normas y Referencias	9
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	9
4.2. Normativa relativa a los componentes	10
4.3. Normativa relativa a los materiales de fabricación.....	12
4.4. Nociones y compendios:	12
4.5. Programas de cálculo	13
4.6. Bibliografía.....	13
5. Definiciones y abreviaturas.....	14
6. Conformado en frío de la chapa.....	15
6.1. Corte	15
6.2. Doblado	16
6.3. Embutición	17
7. Requisitos de diseño.....	19
7.1. Estudio de la pieza	20
7.2. Material.....	21
7.3. Función.....	22
8. Análisis de soluciones y resultados finales	23
8.1. Elección y descripción de la matriz.....	23
8.2. Diseño geométrico de la pieza	33
8.3. Secuencia de fabricación de la pieza	33
9. Determinación de esfuerzos	37
10. Diseño del troquel.....	39
11. Diseño de herramientas de corte no normalizadas.....	39
12. Proceso de diseño.....	41
12.1. Detección de contornos.....	42
12.2. División de la banda	43
13. Estudio del troquel.....	43
13.1. Función.....	43
13.2. Materiales	44
13.3. Componentes mecánicos.....	44
13.3.1. Parte inferior	46
13.3.1.1. Placa inferior.....	46
13.3.1.2. Base inferior	47

13.3.1.3.	Cilindros	48
13.3.1.4.	Cilindros almacenaje	48
13.3.1.5.	Casquillos columnas	49
13.3.1.6.	Casquillos guía.....	50
13.3.1.7.	Machos de embutición y doblado.....	50
13.3.1.8.	Cala.....	51
13.3.1.9.	Tornillo limitador.....	51
13.3.1.10.	Distanciadores	52
13.3.1.11.	Centrador	52
13.3.1.12.	Portadígitos.....	53
13.3.1.13.	Cuchillas inferiores	53
13.3.1.14.	Expulsores	54
13.3.1.16.	Muñequillas.....	55
13.3.1.17.	Rampas	55
13.3.1.19.	Guías banda	58
13.3.2.	Parte superior.....	59
13.3.2.1.	Base superior	59
13.3.2.2.	Suplemento base superior	60
13.3.2.3.	Punzones	60
13.3.2.4.	Portapunzones	61
13.3.2.5.	Cilindros	62
13.3.2.6.	Columnas.....	62
13.3.2.7.	Expulsor retal	63
13.3.2.8.	Matrices de doblado y calas	63
13.3.2.9.	Machos de corte y doblado	64
13.3.2.10.	Pilotos centradores.....	65
13.3.2.11.	Suplemento superior.....	66
13.3.2.12.	Suplemento amarre.....	67
13.3.2.13.	Pisadores.....	67
14.	Normalizados	69
14.1.	Columnas guía	70
14.2.	Muelles	70
14.3.	Topes guía.....	70
14.4.	Pasadores.....	70
15.	Elección de la prensa.....	69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Punzonado de chapa metálica.....	16
Figura 2: Ángulo de doblado.....	17
Figura 3: Proceso de embutición.....	18
Figura 4: Resistencia a la rotura y al corte de los materiales laminados más corrientes.....	21
Figura 5: Troquel en su posición inicial.....	26
Figura 6: Proceso de trabajo del troquel.....	26
Figura 7: Secuencia del diseño de banda.....	29
Figura 8: Fibra neutra.....	30
Figura 9: Distribución de la figura y paso.....	32
Figura 10: Diseño de la pieza en 3D.....	33
Figura 11: Etapa de punzonado.....	34
Figura 12: Etapas de corte.....	35
Figura 13: Etapas de embutición.....	35
Figura 14: Etapas de corte externo.....	35
Figura 15: Etapa de doblado.....	36
Figura 16: Etapa de punzonado interno.....	36
Figura 17: Etapa final de corte.....	36
Figura 18: Secuencia de operaciones.....	37
Figura 19: Conjunto punzón-matriz.....	40
Figura 20: Proceso de diseño.....	41
Figura 21: División de la banda.....	43
Figura 22: Elementos del troquel progresivo.....	45
Figura 23: Conjunto troquel.....	45
Figura 24: Parte inferior del troquel progresivo.....	46
Figura 25: Vista superior de la parte inferior.....	47
Figura 26: Base inferior.....	47
Figura 27: Cilindros de gas.....	48
Figura 28: Cilindro almacenaje.....	48
Figura 30: Casquillo columnas.....	49
Figura 30: Machos de embutición.....	50
Figura 31: Cala inferior.....	51
Figura 32: Tornillo limitador.....	52
Figura 33: Distanciador.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 34: Centrador.....	53
Figura 35: Portadígitos.....	53
Figura 36: Cuchillas.....	54
Figura 37: Expulsores.....	54
Figura 38: Casquillo.....	55
Figura 39: Muñequilla.....	55
Figura 40: Rampas.....	56
Figura 41: Parrillas.....	57
Figura 42: Guías banda.....	58
Figura 43: Parte superior del troquel.....	59
Figura 44: Base superior.....	59
Figura 45: Suplemento superior.....	60
Figura 46: Punzones.....	61
Figura 47: Portapunzones.....	61
Figura 48: Cilindros y bridas.....	62
Figura 49: Columnas y bridas.....	62
Figura 50: Expulsor retal.....	63
Figura 51: Matrices de doblado y calas.....	64
Figura 52: Machos de corte y doblad.....	65
Figura 53: Pilotos centradores.....	65
Figura 54: Suplementos superiores.....	66
Figura 55: Suplemento amarre.....	67
Figura 56: Pisadores.....	68
Figura 57: Prensa de doble montante.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ventajas e inconvenientes troquel progresivo.....	25
Tabla 2: Fórmulas secuencias.....	38
Tabla 3: Tabla de elementos.....	45

1. Objeto

La finalidad del presente proyecto es completar los requisitos académicos necesarios exigidos para la consecución del título de Graduado en Ingeniería Mecánica por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de la Universidad de La Rioja.

En el sector de suministros para la industria del automóvil, numerosas piezas se fabrican por estampado en frío. Dentro de este ámbito, el objeto del proyecto es buscar solución a la realización de una pieza de acero inoxidable incorporada en un automóvil llevando a cabo el diseño mecánico de un troquel progresivo de estampación adecuado para producir piezas en serie y con rentabilidad por este método, empleando como material base diferentes tipos de acero. A partir de los requisitos de diseño se estudiarán las alternativas más adecuadas para, posteriormente, llevar a cabo un análisis mejor valorado del diseño de la pieza. Dicho análisis servirá para depurar posibles anomalías o fallos en el diseño escogido mediante un proceso de optimización.

Una vez realizado el diseño 3D, se realizará un estudio detallado de cada uno de los componentes con los que cuenta el troquel, con el fin de conocer su función. Este análisis junto con su diseño, constituirá la parte fundamental del proyecto, dependiendo de sus resultados y cálculos el éxito del mismo. Uno de los requisitos fundamentales para el diseño del troquel es que la fabricación de la pieza deberá ser lo más rápida posible y con las menores fases posibles.

Para finalizar, se elaborarán los planos correspondientes de todas las piezas de las que consta el troquel.

2. Alcance

En el proyecto se redacta y justifica el diseño, cálculo y presupuesto de un troquel de estampación, además de especificar la variedad y tipología de sus elementos, materiales, condiciones de diseño, apoyo y cargas que deberá soportar entre otras especificaciones. La finalidad última es implantar el troquel en una empresa riojana dedicada a la fabricación de piezas para automóviles, para su posterior comercialización.

El presente proyecto se dará por concluido una vez se haya obtenido un modelo válido de troquel, teniendo en cuenta las condiciones de diseño de la pieza final, expresadas en los requisitos de diseño. Dentro de lo que permitan los límites temporales establecidos se deberá continuar mejorando y optimizando en la medida de lo posible las características del troquel.

El plazo para la realización del proyecto responde a la fecha límite de depósito establecida por la Universidad de La Rioja; 6 de septiembre de 2017.

3. Antecedentes

Para poder entender adecuadamente el mercado relacionado con los troqueles, es necesario conocer no solo los aspectos relacionados con su diseño y fabricación, sino por el contrario es indispensable entender la importancia que estas piezas tienen dentro de la cadena de proveeduría de las principales industrias manufactureras en el mundo moderno; y es sin duda en la cadena automotriz en donde su participación es fundamental para el desarrollo de los productos finales. Es en el sector automotriz en donde estas herramientas han encontrado un nicho vital para el desarrollo de los vehículos que se producen a lo largo del mundo y es este sector uno de los principales sectores estratégicos para muchos países, no solo por el desarrollo que tiene en sí mismo sino también por ser tractor del desarrollo tecnológico y económico de otros sectores análogos.

La competitividad del sector industrial automotriz se determina por las habilidades de las empresas para mantenerse en un mercado competitivo. A nivel empresarial la competitividad se asocia con la rentabilidad, productividad, costos, valor agregado, participación de mercado, exportaciones, innovación tecnológica, calidad de los productos, entre otros.

La productividad es uno de los indicadores más representativos para determinar la competitividad de las empresas. La competitividad está relacionada con el perfeccionamiento de los distintos procesos utilizados en la industria, enfocado a la industria de troqueles y moldes las mejoras se ven reflejadas en aspectos tecnológicos; principalmente, así como en la optimización de los tiempos y sobre todo en la calidad de los productos.

Las necesidades del mercado en el mundo son heterogéneas y muchas veces los países no pueden cubrir la demanda de producto en las distintas regiones, es por eso la importancia de desarrollar industrias enfocadas a la producción de herramientas en los distintos sectores industriales con mayor demanda en los países y que mantengan altos índices de competitividad y mejora continua.

Los países con tecnología de punta en la industria de troqueles y moldes en el mundo son: Japón, Estados Unidos y Alemania; ya que independientemente de la capacidad tecnológica para el diseño y fabricación de herramientas, dichos países se encuentran en una posición de liderazgo por la excelente capacitación del personal técnico en la producción; vinculado con la productividad en la mano de obra. Japón pone puntual atención en el perfeccionamiento del proceso de producción y Alemania busca la mejora en la mecanización por precisión del proceso y eficiencia, para reducir los tiempos de la producción manual.

La industria de los troqueles/matrices a nivel mundial tiene un amplio desarrollo y está en continuo perfeccionamiento de las prácticas de producción. Las herramientas, matrices o troqueles y moldes son imprescindibles para la fabricación de bienes duraderos. Dichas herramientas son utilizadas para cortar y darle forma al metal o a otro tipo de materiales como madera o plástico. Los moldes; también de metal, son utilizados para dar forma a plásticos, cerámicas y materiales compuestos.

Los troqueles son piezas metálicas empleadas para estampar y forjar el metal y obtener un producto. El conformado en frío, o estampado, de la chapa metálica lleva consigo una serie de procesos productivos que transforman la chapa mediante utillajes especiales denominados troqueles o matrices colocados sobre prensas. Son de enorme importancia dentro de la industria automotriz, debido a que permite obtener elementos ligeros, resistentes y económicos.

Las empresas de herramientas y moldes hacen posible la fabricación de productos innovadores; son utilizados en la industria para el estampado de metal, fundición a presión y moldeo de plástico.

Las matrices/troqueles son utilizados para producir una variedad de estampados metálicos, extrusiones, piezas forjadas, etc. su aplicación está enfocada a la producción de vehículos, equipos para aeronaves, muebles, industria de la construcción, industria agrícola, productos electrodomésticos, eléctricos, etc.

Por extensión, se llaman procesos de matricería a los procedimientos de corte o conformado de la chapa sin arranque de viruta, que se llevan a cabo mediante un utillaje llamado matriz o troquel.

Una matriz es un utillaje mecánico no autónomo capaz de cortar y conformar una chapa según una geometría definida por los elementos que la componen. En el taller, también se utilizan los términos troquel o estampa para referirse a este tipo de útiles. Los utillajes empleados en matricería pesada reciben el nombre genérico de troqueles

El troquel, aunque es el principal componente de un proceso de matricería, no funciona como un elemento mecánico autónomo, sino que va montado sobre una máquina llamada prensa. Después de colocar manual o automáticamente una chapa sobre el troquel, la prensa le imprime un movimiento vertical alternativo o de vaivén, durante el cual el utillaje corta y deforma la chapas según su propia geometría. Una vez la chapa ha sido cortada o conformada, es evacuada a un contenedor apropiado. La repetición de este ciclo determina la cadencia de trabajo del proceso.

A la persona que interviene entre otras muchas tareas en la fabricación y montaje tanto de matrices como de otros conjuntos mecánicos, de los útiles específicos para desarrollar estos procesos, así como su control y comprobación, se le llama ajustador matricero, o simplemente matricero. El matricero se ocupa de la determinación, organización y coordinación de los procesos mecánicos, así como preparaciones y la puesta a punto de las máquinas-herramientas, la construcción de las herramientas, útiles y matrices.

4. Normas y Referencias

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

- UNE 157001:2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.
- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- La matriz progresiva diseñada deberá cumplir la normativa CE para hacer posible la libre circulación de mercancías por la Unión Europea. Los estados miembros de la Unión Europea deben aplicar las directivas aprobadas por su Consejo en sus respectivas directivas nacionales.

Algunas de las normativas que deberá cumplir la matriz diseñada son:

La directiva "maquinas" 2006/42/CE.

- El R.D. 1435/1992.
 - El R.D. 56/1995.
 - El R.D. 1215/1997.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Orden del Ministerio de Trabajo de 9/03/71. B.O.E. 16 y 17/03/71. Corrección de errores 6/04/71.
- Normas Técnicas reglamentarias MT-1 a la M-27, sobre cascos de seguridad, protectores auditivos, pantallas, guantes, calzado, cinturones de seguridad, gafas, etc." Resoluciones de la Dirección General de Trabajo. Desde B.O.E. 30/12/74 al 11/12/81.

4.2. Normativa relativa a los componentes

Se va a incluir la lista completa, de los elementos de matricería normalizados. El motivo de incluir la lista completa es que, si se introducen reformas en los troqueles, los posibles elementos de esa reforma deberán cumplir con la normativa existente:

DIN 655 Vástago portante para cables.

DIN 9811 Armazón de columnas; compendio.

DIN 9812 Armazón de columnas con columnas de guía situadas en el centro.

DIN 9814 Placas de guía móviles.

DIN 9816 Parte superior de la matriz.

DIN 9819 Armazón de columnas con columnas de guía sobresaliendo en las esquinas.

DIN 9822 Armazón de columnas con columnas de guía situadas detrás.

DIN 9825 Columnas de guía y aros de tope.

DIN 172 Casquillos de corte y de guía de los punzones.

DIN 9846 Punzón de corte rectangular.

DIN 9861 Eyector de piezas.

DIN 9848 Presupuestos.

DIN 9849 Topes para matrices cortantes.

DIN 9859 Vástago de sujeción.

DIN 9847 Punzones de corte para diámetros de hasta 14.4 mm.

DIN 9862 Cortadores laterales.

DIN 9863 Topes para cortadores laterales.

DIN 9864 Clavijas de centrado de sección circular.

DIN 9865 Placas y señalización de matrices en la técnica de matricería.

DIN 9866 Cabezales de punzones.

DIN 9867 Cajas de las matrices.

DIN 508 Tacos ranurados en forma de T.

DIN 787 Tornillos ranurados en forma T.

DIN 6314 Hierro plano de sujeción.

DIN 6315 Igual, en forma de horquilla sin talón sujetador.

DIN 6316 Igual, con talón sujetador circular.

DIN 6318 Caballetes escalonados para piezas de sujeción.

DIN 6319 Discos de bolas y cojinetes cónicos.

DIN 6323 Tacos ranurados sueltos.

DIN 6326 Suplementos de sujeción regulables

DIN 6330 Tuercas hexagonales de altura igual a 1 5'd, rosca métrica.

DIN 6346 Piezas paralelas de suplemento.

ISO 12.9 Topes de guiado.

ISO 10243 Resortes de sección rectangular y aristas redondeadas.

DIN 912 Tornillos cilíndricos.

DIN 6325 Pasadores cilíndricos.

UNE 16730 Punzones cilíndricos con cabeza cónica a 60 grados

UNE 16710 Placas mecanizadas para útiles de prensas, moldes, montajes fijaciones, medidas nominales

4.3. Normativa relativa a los materiales de fabricación

DIN 17100 Aceros especiales para herramientas.

DIN 1652 Productos sin adiciones.

UNE 36072 Aceros aleados para herramientas.

UNE 36011 Aceros finos al carbono.

4.4. Nociones y compendios:

DIN 8883 Procedimientos de dar forma por presión.

DIN 8584 Procedimientos de dar forma por embutición y presión.

DIN 8585 Procedimientos de dar forma por embutición.

DIN 8586 Procedimientos de dar forma por curvado.

DIN 8587 Procedimientos de dar forma por empuje axial.

DIN 8588 Procedimientos de división.

DIN 9869 Nociones sobre matrices aplicadas en estampación

DIN 9876 Nociones sobre los procedimientos de estampación.

4.5. Programas de cálculo

- CATIA V5 (*computer-aided three dimensional interactive application*). Dassault Systèmes.
- Presto 8.8. RIB Spain. Software para la creación de mediciones y presupuestos.
- Excel 2013. Microsoft Corp. Software de elaboración de hojas de cálculo

4.6. Bibliografía

1. Cómo citar bibliografía: UNE-ISO 690. [Artículo en línea]; www.uc3m.es. [Acceso 4 de agosto de 2017]. Disponible en :
<https://www.uc3m.es/ss/Satellite/Biblioteca/es/TextoMixta/1371213659392/>
2. (2015). Lección 5. Tipos de documentación del proyecto. [Apuntes de la asignatura de cuarto de carrera, Proyectos]. Universidad de La Rioja.
3. ORTIZ BERROCAL, LUIS. “Resistencia de materiales”. Ed. Mc Graw – Hill.
4. S.P. Timoshenko, “Strength of Materials. Part 1”. Ed. Van Nostrand. 1956
5. A.M. Wahl, “Mechanical Springs”, Ed. McGraw-Hill.1963
6. A. D. DEUTSCHMAN. “Diseño de máquinas. Teoría y práctica” Ed.Continental Compañía.
7. PÉREZ PASCUAL, JOSÉ MARÍA. “Máquinas Herramientas”.
8. “Trabajo de los metales por deformación en frío”. Ed. Blume.
9. ROSSI, MARIO. “Estampado en frío de la chapa”.
10. LÓPEZ NAVARRO. “Troquelado y estampación”. Ed. G.G.
11. LASHERAS, JOSÉ MARÍA. – CARRASQUILLA, JAVIER F. “Ciencia de Materiales”. Ed. Donostiarra.
12. J. E. SHIGLEY. “Diseño en Ingeniería Mecánica”. Ed. Mc Graw – Hill.
13. FELEZ, JESÚS. - MARTÍNEZ, MARÍA LUISA. “Dibujo Industrial”. Ed. Síntesis.
14. OEHLER Y KAISER. “Herramientas de troquelar, estampar y embutir”
15. SOCIETY OF MANUFACTURING ENGINEERS. “Die Design Handbook”.
16. Paquin, J.R. *Diseño de matrices*. Barcelona: Montner y Simon S.A., 1967.

17. Rossi M. Estampado en frío de la chapa, editorial dossat s.a., 9, 24-44
Fitzgerald W. R, 1996, Mecánica de materiales, Alfaomega, edición revisada, 5-25, 41-
18. ALTING, L: Manufacturing Engineering Processes. 2º Ed. Marcel Dekker, New York, 1999.
19. CERÓN HOYOS, José Enrique; FADÓN SALAZAR Fernando; Análisis geométrico para el "Diseño de banda" de piezas estampadas. XIII ADM - XV INGEGRAF, Congreso Internacional sobre herramientas y métodos en Diseño de ingeniería. Napoli, 4-6 de junio del 2003.
20. CERÓN HOYOS, José Enrique; FADÓN SALAZAR Fernando; Morfología y etapas en el diseño de troqueles progresivos. 4º Congreso Nacional y 1ro. Internacional, Rosario, Argentina – 6 a 8 de octubre de 2004.
21. COCA, P.; ROSIQUE, J.: Tecnología mecánica y metrotecnica, Ediciones Pirámide, Madrid 2002
22. DeGARMO, E. PAUL; Black, J.T.; KOHSER, Ronald A.; Materials and processes in manufacturing. Ed: Wiley, Hoboken, New Jersey 2003
23. DORF, R.C.; KUSIAK, A.: Handbook of design, manufacturing and automation. John Wiley & sons, New York, 1994.
24. KALPAKJIAN, Serope; SCHMID, S. R. Manufactura. Ingeniería y tecnología. Ed. Pearson Educación. México, DF, 2002
25. KAZANAS, H. C.; BAKER, Glenn E.; GREGOR, Thomas; Procesos básicos de manufactura. Ed: McGraw-Hill, México; 1983
26. Centro tecnológico ASCAMM. Descripción y análisis de matrices.

5. Definiciones y abreviaturas

CAD: Computer-aided Design (Diseño asistido por ordenador).

CAE: Computer-aided Engineering (Ingeniería asistida por ordenador).

PTFE: Politetrafluoroetileno, conocido coloquialmente como Teflón.

6. Conformado en frío de la chapa

La norma DIN 8580 define el conformado como: “la consecución de la forma de un cuerpo sólido mediante la transformación dúctil”. En el libro, *Estampado en frío de la chapa* (Rossi 1971), se define el conformado en frío como el “conjunto de operaciones con las cuáles, sin producir virutas, se somete a una chapa plana a una o más transformaciones, con el fin de obtener una pieza que tenga una forma geométrica propia, sea esta plana o hueca. En otros términos, la chapa es sometida a una deformación plástica”.

Las operaciones básicas a las que se somete la chapa durante el proceso de estampado son:

- Corte
- Doblado
- Embutición

6.1. Corte

Operación en la cual se separa una parte metálica de otra a lo largo de una línea de corte, abierta o cerrada. Si es abierta la operación se denomina corte y si es cerrada y de pequeñas dimensiones punzonado.

El corte de la chapa se realiza por una acción de cizallado entre dos bordes afilados de corte: punzón y matriz. El proceso de corte por punzonado se efectúa con un utillaje específico, compuesto por matriz y punzón. Cuando el punzón empuja el material contra la matriz se produce la deformación plástica de éste, según planos verticales que contienen la línea de corte, cuando las tensiones del perfil de corte son tan elevadas que superan la resistencia de la chapa, se origina la separación de la pieza cortada. Una vez cortada la chapa, tiende por elasticidad a recobrar su posición primitiva, adhiriéndose fuertemente al punzón y a la matriz. Esto hace que el tamaño final del agujero sea igual a las dimensiones del punzón y el de la pieza cortada igual al hueco de la matriz. Cuando la adherencia del material al punzón es elevada es necesario incluir muelles o cilindros de gas para realizar su extracción. El factor más importante en la calidad final del corte es el juego entre el punzón y la matriz. A medida que

su valor aumenta la zona de corte es más rugosa y la zona de deformación es mayor. Los valores más usuales varían entre 0.05 y 0.1 del espesor de la chapa

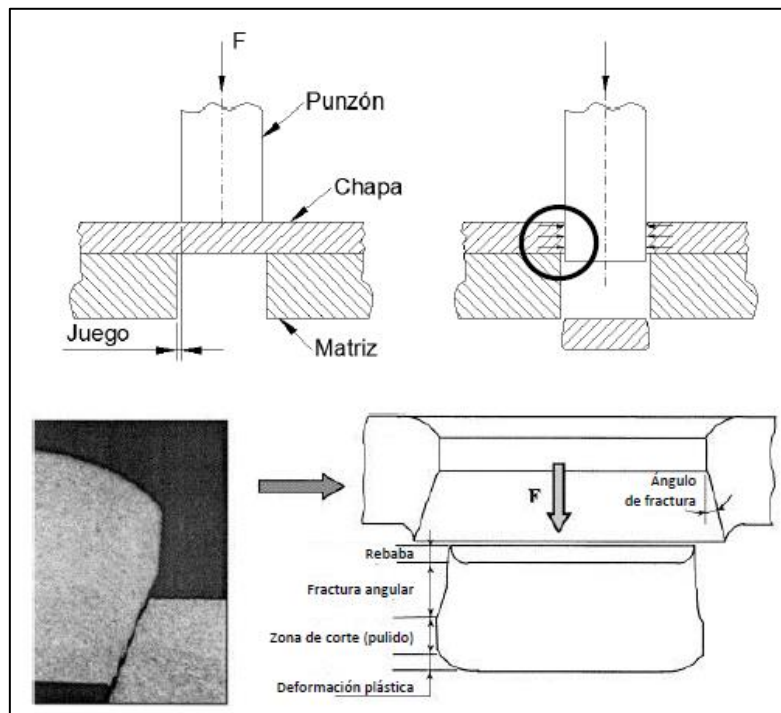


Figura 1. Punzonado de chapa metálica

Para realizar dicho trabajo se utilizan placas pisadoras que inmovilizan el material durante el desarrollo de la operación. Esto juega un papel decisivo para obtener la pieza con la mayor calidad posible. Los punzones van guiados en toda su longitud, lo cual evita su rotura por la extracción forzada del material.

6.2. Doblado

El doblado consiste en transformar la chapa plana en otra de perfil quebrado sin variación perceptible del espesor. La chapa se comprime por su parte inferior y se tracciona por la exterior. En consecuencia, las fibras del material sufren en la zona de doblado unas sollicitaciones tanto más intensas cuanto menor sea el radio de doblado, llegando a la rotura en el caso de que el radio de doblado sea demasiado pequeño. Para prevenirlo se determina el radio mínimo de doblado, valor que depende del espesor de la chapa y del material. Se toma como radio mínimo admisible el resultante de la relación:

$$r_{\min} = c \cdot s$$

donde:

s: espesor de la chapa

c: coeficiente que depende del material

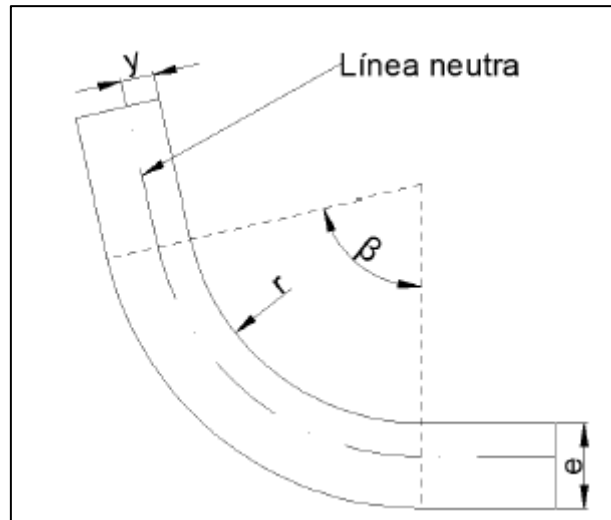


Figura 2. Ángulo de doblado

En el doblado un factor importante es la **recuperación elástica** de la chapa, que es la tendencia a recuperar su forma primitiva como consecuencia de la deformación elástica. Para compensar esta recuperación elástica se aplica:

- El sobredoblado, que consiste en fijar el ángulo de doblado mayor que el estipulado, de manera que el material al recuperarse alcance dicho valor.
- El equilibrado en el que se realiza la operación de doblado en dos etapas consecutivas (también lleva el correspondiente sobredoblado).

6.3. Embutición

Se transforma la chapa plana en un cuerpo hueco. Esta operación tiene similitud con el punzonado, siendo las diferencias, para que no se produzca el corte, entre otras, el juego del punzón con la matriz, así como la forma del punzón y de la matriz.

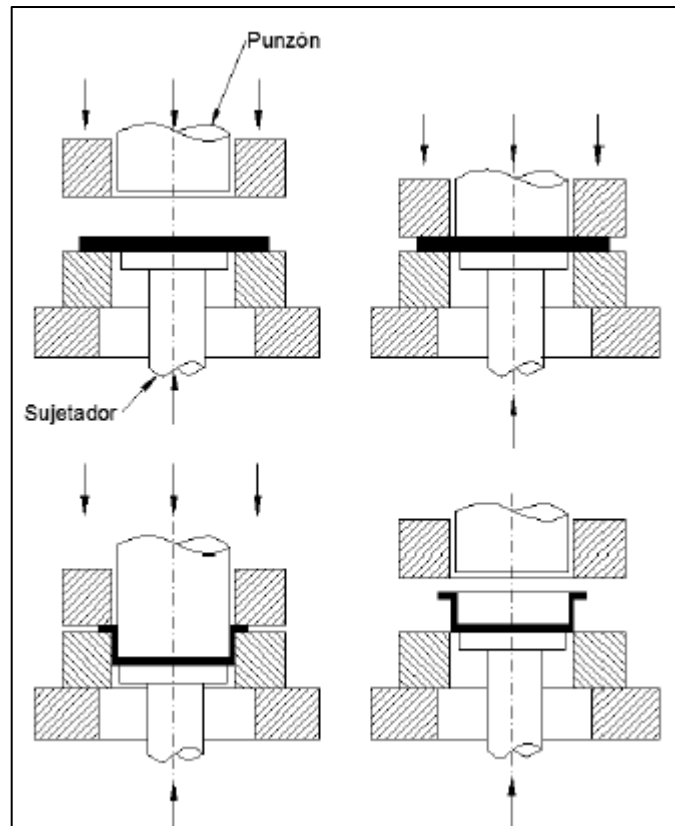





Figura 3. Proceso de embutición

La deformación de la chapa se realiza mediante la combinación de fuerzas de tracción y compresión que ocasionan un flujo de material, en el que se transforma en otra equivalente manteniendo prácticamente constante el volumen y el espesor. Por otro lado, se producen pliegues en la chapa por efecto de la compresión que podrían dar lugar a la formación de arrugas. Para impedir su formación se aplica una fuerza de compresión normal a la chapa por medio de un sujetador.

El proceso de embutición se escalona en cuatro fases. En primer lugar, se coloca el material de aportación (la chapa o fleje); después avanzan el sujetador y el punzón, entrando en contacto con la chapa en este orden, seguidamente el punzón deforma la chapa mientras el sujetador la deja fluir sin brusquedad. Finalmente se retiran ambos. Al igual que en el corte, uno de los factores que más influye en la calidad del proceso es el juego entre el punzón y la matriz. En este caso es igual al espesor de la chapa más una holgura variable en función del material.

7.1. Estudio de la pieza

El primer paso para llevar a cabo el diseño del troquel es llevar a cabo un estudio de la pieza que se desea producir finalmente y determinar cuál sería el proceso de fabricación más adecuado y económico para ello. Para reducir el desgaste sobre el material, se utilizan aceros especiales y distintos tratamientos superficiales que aseguran que las piezas aguantarán durante largo tiempo cualquier esfuerzo al que estén sometidas, si se diere el caso.

-  Material y condiciones de resistencia
-  Función
-  Dimensiones

7.2. Material

El material empleado para la fabricación de la pieza es un tipo de acero laminado y recocido con un 0,2% de carbono, con una resistencia al corte de 32 kp/mm² (314 N/mm²) y una resistencia a la rotura de 40 kp/mm² (392 N/mm²). Se caracteriza por una buena resistencia a la fatiga, una buena resistencia al choque y una buena capacidad de deformación en frío. Como en este caso, se destinan sobre todo para piezas interiores de la estructura que requieren una elevada resistencia a la fatiga, como por ejemplo los refuerzos de la suspensión, o refuerzos interiores.

En cuanto a reparación, poseen una buena aptitud a la soldadura empleando cualquier procedimiento debido a su bajo contenido de elementos de aleación, mientras que en el proceso de reconformado se deberán realizar esfuerzos mayores como consecuencia de su mayor límite elástico en comparación con los aceros convencionales.

El suministrador del acero será ThyssenKrupp Aceros y Servicios S.A.

MATERIALES	Resistencia a la rotura en Kg/mm ²		Resistencia al corte en Kg/mm ²		Peso específico en Kg/dm ³
	Recocido	Crudo	Recocido	Crudo	
Acero laminado con 0,1% de C.	31	40	25	32	7.8 - 7.9
Acero laminado con 0,2% de C.	40	50	32	40	
Acero laminado con 0,3% de C.	44	60	35	48	
Acero laminado con 0,4% de C.	56	70	45	56	
Acero laminado con 0,6% de C.	70	90	56	72	
Acero laminado con 0,8% de C.	90	110	72	90	
Acero laminado con 1,0% de C.	100	130	80	105	
Acero laminado Inoxidable	65	75	52	60	
Acero laminado al sicilio	56	70	45	56	
Aluminio	7.5 - 9	16 - 18	6 - 7	13 - 15	2,7
Anticorodal	11 - 13	32 - 36	9 - 10	25 - 29	2,8
Avional (Duraluminio)	16 - 20	38 - 45	13 - 16	30 - 36	2,8
Aluminio en aleación (Siluminio)	12 - 15	25	10 - 12	20	2,7
Alpaca laminada	35 - 45	56 - 58	28 - 36	45 - 46	8.3 - 8.45
Bronce	40 - 50	50 - 75	32 - 75	40 - 60	8.4 - 8.9
Cinc	15	25	12	20	7.1 - 7.2
Cobre	22 - 27	31 - 37	18 - 22	25 - 30	8.9 - 9
Estaño	4 - 5		3 - 4		7,4
Fibra			17		
Latón	26 - 37	44 - 50	22 - 30	35 - 40	8.5 - 8.6
Oro			18	30	19.3 - 19.35
Plata laminada	29	29	23,5	23,5	10,5
Plomo	2,5 - 4		2 - 3		11,4

Figura 4. Resistencia a la rotura y al corte de los materiales laminados más corrientes.

8. Análisis de soluciones y resultados finales

El proceso de diseño del troquel constituye el objeto principal del presente proyecto. Así pues, partiendo de los anteriores requisitos de diseño descritos, se deben seguir una serie de fases para la obtención de los resultados deseados. Con todo ello, el esquema de actuación para ofrecer las soluciones y resultados finales es el siguiente:

1. Elección y descripción de la matriz
2. Funcionamiento del troquel progresivo
3. Parámetros de diseño
4. Diseño geométrico de la pieza
5. Secuencia de fabricación de la pieza

8.1. Elección y descripción de la matriz

La singularidad de su diseño y construcción hacen de esta matriz progresiva uno de los medios más rápidos y económicos para la producción de la pieza matrizada en chapa. La pieza siempre deberá permanecer unida a la tira de chapa hasta que ésta llegue a la última estación o paso donde necesariamente deberá ser cortada. Trabajando de esta forma, permite que cada vez que baje la prensa, la matriz realice una nueva deformación en la pieza y cada vez que asciende, avance un nuevo paso a la espera de la siguiente transformación. Se entiende por transformación progresiva la serie de operaciones sucesivas que realiza la matriz para transformar la chapa plana, en la pieza geométrica requerida.

La base fundamental de la transformación está en mantener la chapa centrada y guiada a lo largo de toda la matriz al mismo tiempo que se recorta el perfil de la pieza y posteriormente se hacen los cortes, doblados o embutidos hasta finalizar la pieza. Se parte de un fleje de chapa en forma de bobina que se desplaza a través de la matriz mediante un avance o paso hecho de forma automática, al mismo tiempo que se realizan las deformaciones necesarias hasta extraer la pieza finalizada.

En las operaciones de doblado se deberá poner especial atención en los siguientes puntos:

- Centrar la banda mediante punzones piloto en cada estación o paso.
- Prever un paso en vacío cuando existan doblados conflictivos.
- Realizar los cortes y doblados en placas separadas.
- Los doblados deberán tener salida para desplazarse posteriormente.
- Cuidar que las fuerzas de doblado estén repartidas en la matriz.
- Impedir el movimiento de la pieza durante su doblado.
- Hacer el doblado en sentido favorable a las fibras del material.
- Evitar los radios de doblado inferiores al espesor de la chapa.

La construcción de la matriz se debe hacer de forma que las zonas de corte y doblado sean independientes entre sí, de manera que la rotura o mantenimiento de alguna de ellas no afecte a otra.

Las partes de la pieza que vayan a ser dobladas, nunca deben presentar ralladuras o laminaciones en su superficie, ya que equivaldría a un adelgazamiento en el espesor de la chapa o a un estiramiento excesivo del material que daría lugar piezas con un desarrollo erróneo en las partes dobladas. Para evitarlo, deben estar cuidadosamente rectificadas y pulidas impidiendo así el gripado de su superficie por las partículas de material que quedan adheridas. A continuación, se enumeran los detalles constructivos más importantes que se van a tener en cuenta desde el inicio del proyecto de la matriz:

- Referenciar un avance correcto mediante cuchilla de paso u otro sistema que cumpla la misma finalidad
- Centrar la tira de chapa en cada paso mediante buzones pilotos
- Detectar los errores de avance mediante finales de carrera
- Permitir el desplazamiento correcto de la banda mediante elevadores.
- Realizar los semi-cortes de un perfil sin que se solapen entre sí.
- Asegurar la evacuación de piezas y retales mediante rampas u otros elementos.
- El comportamiento de distintos materiales frente a un mismo doblado nunca es igual.

VENTAJAS
Fácil automatización del proceso
Reducción mano de obra
Utilización de una sola prensa y una sola matriz
Mayores niveles de producción
Reducido coste de pieza
Aprovechamiento muy eficiente del material
INCONVENIENTES
Complejidad en el diseño
Elevado coste del troquel

Tabla 1. Ventajas e inconvenientes troquel progresivo.

Al tratarse de un proceso de fabricación en el que hay varias operaciones distintas, lo más recomendable es escoger este tipo de matriz progresiva, ya que si se escogiera una matriz simple, habría que realizar una matriz por cada operación, lo que supone realizar el diseño de varias matrices. Esto supondría un aumento del coste, ya que habría que emplear más prensas, mayor cantidad de mano de obra y se reducirá la producción por tiempos de fabricación.

8.2. Funcionamiento del troquel progresivo

Para diseñar el troquel, es necesario conocer cómo es su funcionamiento en su posición inicial y en su proceso de trabajo. La placa pisadora y el pisador, al ir nidos, se desplazan a la vez. Su función es fijar la banda antes de que las herramientas actúen sobre ésta. Para que se produzca el pisado y baje el troquel existe un margen de separación denominado carrera.

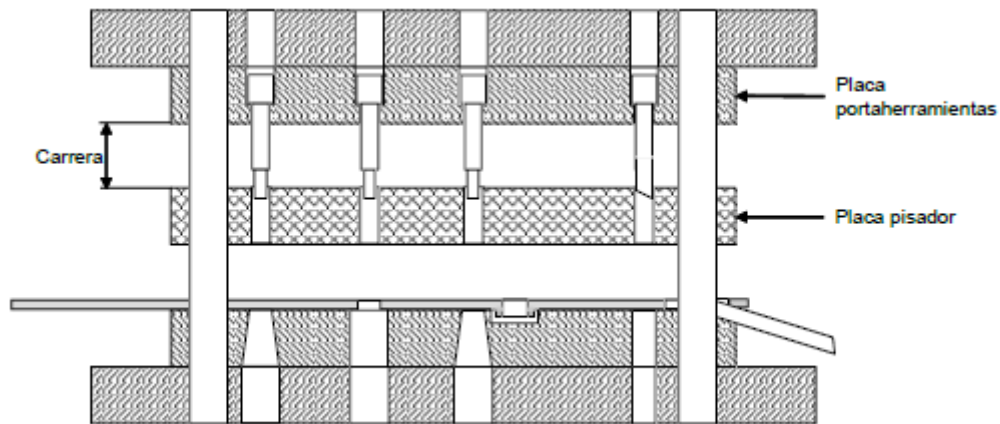


Figura 5. Troquel en su posición inicial.

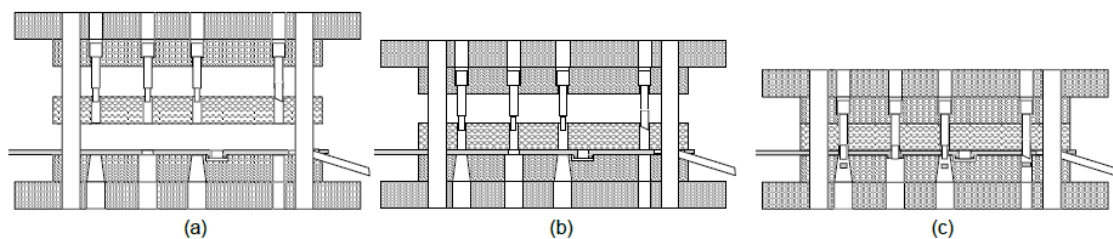


Figura 6. Proceso de trabajo del troquel

En la posición superior de la prensa, el troquel se encuentra totalmente expandido (figura a). Al iniciarse el descenso de la parte superior descienden todas las placas hasta que la placa pisadora alcanza la banda (figura b), donde se detiene asegurando el correcto posicionamiento de la banda. La placa portaherramientas continúa con su movimiento de bajada, introduciendo las herramientas a través de la placa pisadora hasta llegar a la banda, en la que se realizan las operaciones. Finaliza cuando el troquel se cierra por completo (figura c).

A continuación, se produce el ascenso, desacoplando las herramientas en el primer tramo que continua la banda. Al iniciar el ascenso la placa pisadora, se produce el avance de la banda, desplazándose a la siguiente etapa mientras la parte superior finaliza su ascenso.

La distancia que avanza la banda entre una posición de trabajo y la siguiente se denomina “paso”.

La banda entra completamente plana en el troquel, procedente de la bobina de alimentación, avanzando esa determinada distancia, el paso, con cada ciclo de la prensa y se produce el siguiente grupo de operaciones.

Las diferentes posiciones por las cuales va pasando lavanda se denominan etapas. La suma de las diferentes operaciones a las que es sometida la chapa en el interior la transforma desde una tira plana hasta el final, por lo que la chapa va cogiendo la forma gradualmente a medida que progresa por las distintas etapas.

8.3. Parámetros de diseño

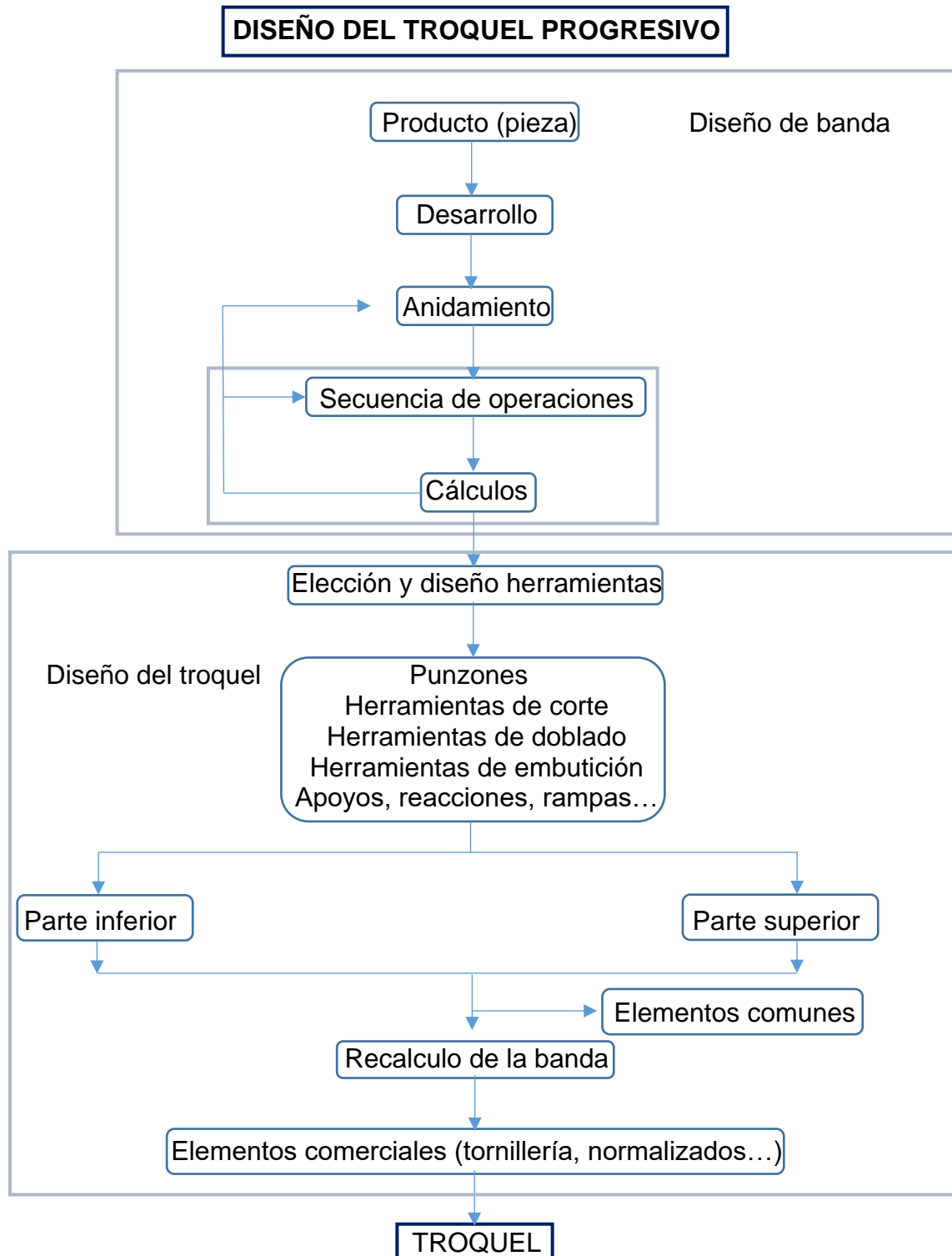
Se divide el proceso de diseño en dos fases claramente diferenciadas:

Diseño de banda: Porción de material (tira de chapa) que circula en cada momento en el interior del troquel. Se debe determinar anchura, longitud, paso, número de etapas del troquel.

Diseño del troquel: A partir del diseño de banda se diseña el troquel, es decir, las placas, herramientas, etc.

Se trata de dos fases muy diferenciadas, pero íntimamente relacionadas.

Los diferentes apartados que se han llevado a cabo, de forma esquemática:



8.3.1. Diseño de banda

El diseño de banda es la etapa inicial en el diseño del troquel. Una vez definido, se realiza el diseño de este tomándolo como referencia. La información del diseño de banda informa de la evolución que se produce en la tira de chapa a medida que ésta recorre el troquel, así como el efecto que

tienen las diferentes operaciones que la transforman hasta que se consigue la pieza deseada.

Los datos de partida surgen de la configuración y las características de la pieza a fabricar. Por lo tanto, antes de proceder a su diseño se realiza un análisis del que se obtendrá la información para diseñar la banda y el troquel. El diseño se puede organizar siguiendo la siguiente secuencia:

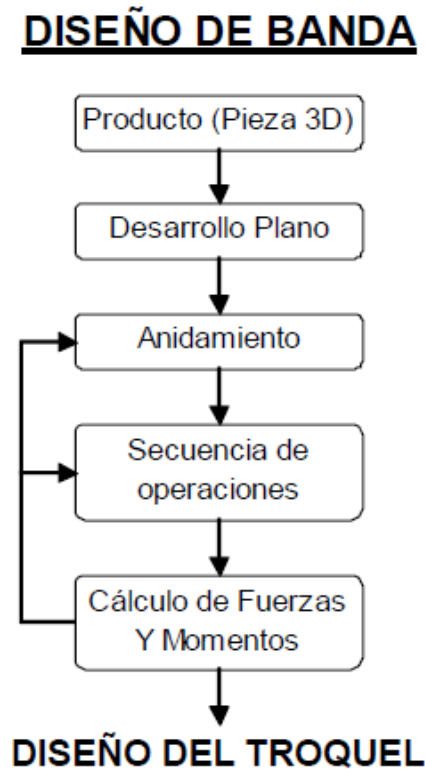


Figura 7. Secuencia del diseño de banda

La forma de la pieza se puede decir que no presenta grandes irregularidades, por tanto, se considera un rendimiento óptimo de utilización del material el aprovechamiento en un porcentaje en torno al 75-80%. Se debe evitar disponer la pieza de una forma totalmente aleatoria a lo largo o ancho de la banda, esto puede ocasionar un problema de espacio en el troquel y un desperdicio excesivo de material. Se ha estudiado la mejor disposición posible, de modo que permita el troquelado de las piezas de una forma racional, al mismo tiempo que se reduce el consumo de materia prima, sin por ello dificultar el avance normal de la tira ni verse afectado el precio del troquel.

Desarrollo plano

El desarrollo plano se obtiene desdoblando los dobleces de la pieza final, los demás elementos que cambian la forma de la chapa no se tienen en cuenta al trazar el desarrollo.

Por tanto, para determinar el desarrollo plano de una pieza se determina la longitud de las partes dobladas. Para ello se ha de conocer la posición de la fibra neutra del elemento doblado, que depende principalmente de la relación entre el espesor y el radio interior de la chapa, aplicándose para su determinación tablas experimentales. Una vez determinada la posición de la fibra neutra, la longitud de los elementos doblados se obtiene como sigue:

$$L = (r + Ks) \times \beta$$

siendo:

L: Longitud desplegada;

r: Radio interior;

K= y/s, factor que indica la posición de la fibra neutra;

β : Ángulo de doblado;

s: Espesor de la chapa;

y: distancia entre la fibra neutra y el exterior de la chapa;

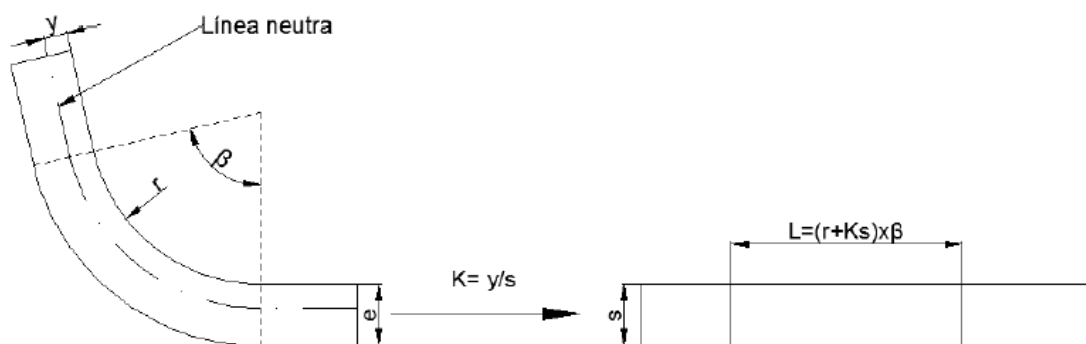


Figura 8. Fibra neutra

En este caso, el propio programa contiene módulos específicos para el diseño y se realiza este proceso automáticamente, basándose en los fundamentos expuestos.

Anidamiento

Determinado el desarrollo plano del elemento a fabricar, se analiza cuál es la posición adecuada de la figura en la tira de chapa. Una vez determinada la posición se calcula el ancho de banda y la separación entre dos piezas adyacentes. Esta operación se denomina anidamiento de las figuras, es decir, calcular la separación y el paso de banda.

La distancia mínima entre dos piezas contiguas se recomienda que sea al menos 1,5 veces el espesor de la chapa (Oehler-Kaiser 1977). La posición óptima depende principalmente del ahorro de material, pues es importante considerar el material que se deshecha en el coste de la producción. Por lo tanto, un correcto diseño de la banda, permite obtener un coste menor.

Para maximizar la utilización de material y obtener menor cantidad de desecho se han desarrollado una serie de algoritmos y procedimientos. El porcentaje de utilización del material se determina según la siguiente ecuación:

$$\rho = \frac{A_0}{A_1} = \frac{A_0}{d_p \cdot h_B}$$

siendo

A0: área útil

A1: área total

dp: distancia entre dos piezas

hb: anchura de banda.

Otro de los parámetros importantes para el diseño del troquel que se obtiene en esta fase del diseño es el ancho de banda. El ancho de banda se calcula sumando a la anchura de la pieza plana o desplegada unos márgenes de seguridad que eviten fallos o roturas de la chapa y disponga de suficiente rigidez; como regla práctica se recomienda que este margen sea al menos 1.5 veces el espesor de la chapa (Oehler-Kaiser 1977).

Además de tener en cuenta cuál es la distribución más adecuada para obtener el mayor ahorro de material, hay que atender a factores tecnológicos, que también influyen en la elección de la distribución más adecuada. El más importante de estos factores es la dirección del grano en la chapa. Se

recomienda que la dirección del doblado no sea paralela a la dirección del grano, para evitar roturas de la chapa, siendo recomendable que el ángulo formado por la dirección del grano y el doblado sea mayor que 45° .

El aprovechamiento del material mediante esta buena disposición de la pieza sobre la chapa, permitirá conseguir el mejor precio posible de la pieza fabricada además de una construcción racional del troquel.

La disposición de las piezas sobre la banda, deberá permitir mantener la tira de chapa lo más rígida posible a lo largo de toda la transformación, para que no se produzcan interrupciones durante la producción por causas como por ejemplo, la rotura de la tira o dificultades de movimiento.

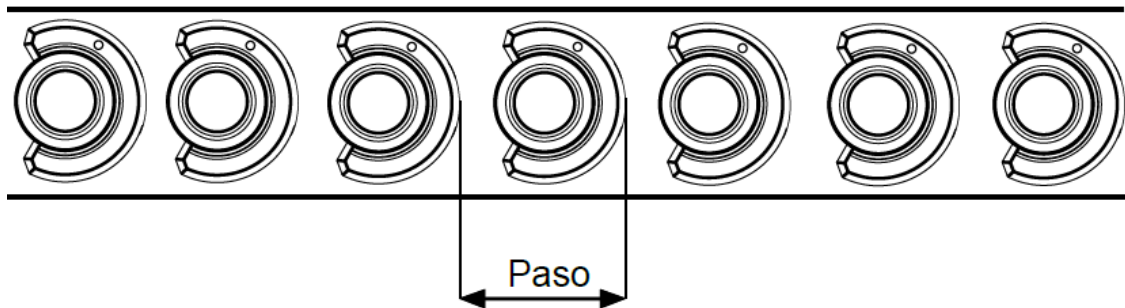


Figura 9. Distribución de la figura y paso

8.2. Diseño geométrico de la pieza

Se realiza un diseño inicial de forma que satisfaga principalmente los requisitos previos de la pieza a producir, es decir, forma y dimensiones finales. Se describen los puntos más importantes de la creación del diseño mediante CAD, en concreto mediante el software Catia V5.

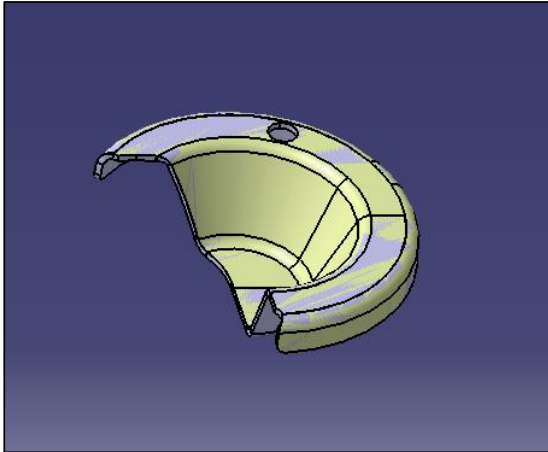
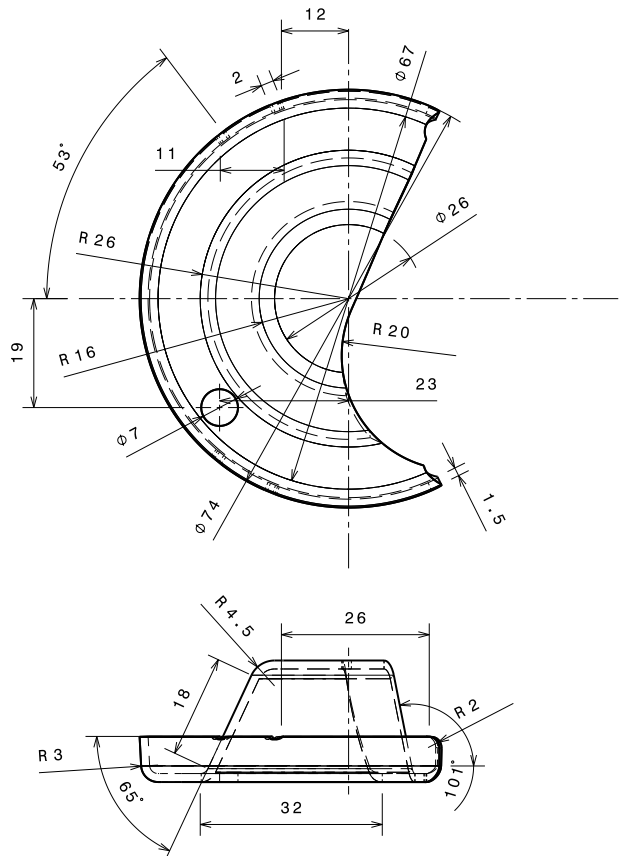


Figura 10. Diseño de pieza en 3D



8.3. Secuencia de fabricación de la pieza

Una vez definida la posición idónea de la pieza plana, así como la separación entre cada pieza y el ancho de banda se debe precisar el número de etapas que se necesitan en el interior del troquel, es decir, cuántos golpes de prensa son necesarios para la obtención de la pieza. Se determina el orden y las diferentes operaciones en cada etapa.

Se siguen una serie de recomendaciones prácticas a tener en cuenta, ya que ayudan a obtener una pieza de mayor calidad y precisión. Se indican a continuación:

En las primeras etapas es conveniente realizar las operaciones de punzonado:

ETAPA 1: En la primera etapa se punzonan los orificios en los que se acoplan los buscadores, para que estos guíen la banda y se estampan los sellos en los cuales se encuentra la fecha de fabricación y la referencia de la pieza. El fleje debe mantener la mayor rigidez posible durante el proceso de troquelado. Es por ello que las operaciones de posicionamiento se realizan en estas etapas iniciales y las que requieren mayores esfuerzos se hacen en etapas centrales de forma que se compensen los momentos.

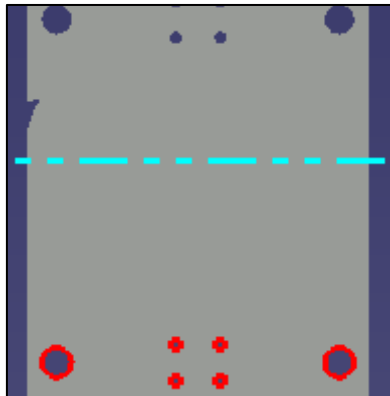


Figura 11. Etapa de punzonado

ETAPAS 2-3-4-5: Se realizan diferentes cortes necesarios en la chapa con los cuales se intenta conseguir definir el perímetro de la pieza y cortes esenciales para conseguir su forma correcta. La secuencia que se sigue en el proceso de corte es la siguiente:

- Una vez que la tira de material avanza hasta la siguiente etapa, el cabezal inicia su carrera de descenso y el pisador ejerce la presión necesaria para sujetar la chapa mientras dure la transformación.
- Instantes antes de que el cabezal de la prensa alcance el final del recorrido, el punzón presiona la chapa y ejerce un esfuerzo capaz de cortar limpiamente las fibras del material, es decir, el punzón incide sobre la chapa, imprimiendo un esfuerzo perpendicular al sentido de las fibras del material. Al continuar presionando, se produce el endurecimiento del material en la zona de corte por efecto de la compresión del material cercano a los filos de corte del punzón y la matriz. Las fibras continúan siendo comprimidas y la rotura del material se produce una vez el punzón ha penetrado, aproximadamente, 1/3 del espesor de la chapa.

Posteriormente el punzón atraviesa el material en todo su espesor, momento en el que se separa completamente la porción de chapa comprimida entre los filos del punzón y la matriz.

- Cuando la prensa ha llegado a su punto muerto inferior, el punzón se encuentra alojado dentro de la matriz, con la tira de chapa ya cortada.
- El cabezal de la prensa vuelve a su posición inicial, liberando la chapa y extrayendo el recorte de material adherido al punzón en el instante en que éste se esconde en el pisador

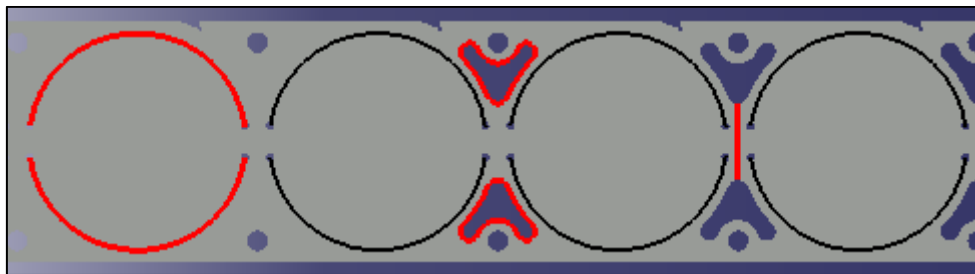


Figura 12. Etapas de corte

ETAPAS 6-7-8: Se realizan los trabajos de embutición de la parte central de la pieza, dándole forma a ésta. Este proceso es también realizado en las primeras etapas del troquel ya que, al no haberse eliminado aún demasiado material de la banda, su rigidez es mayor y el trabajo más preciso.

En los pasos posteriores se llevan a cabo las restantes operaciones de corte y doblado, hasta dar forma a la pieza final.

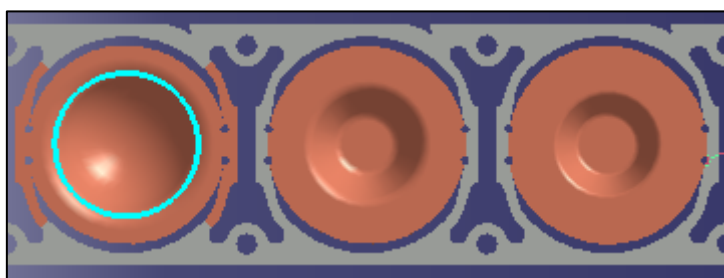


Figura 13. Etapas de embutición

ETAPA 9-10: Se realiza el proceso de corte de parte externa de la chapa.

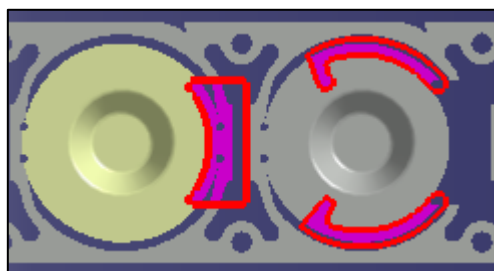


Figura 14. Etapas de corte externo

ETAPA 11: Doblado del perímetro de la chapa para dar la forma idónea a la pieza en su última fase.



Figura 15. Etapa de doblado

ETAPA 12: Se produce el corte del orificio circular de la pieza mediante un punzón cilíndrico.



Figura 16. Etapa de punzonado interno

ETAPA FINAL: La operación final se da con el corte que separa a la pieza ya conseguida del resto de la banda, eliminando el trozo que la une a la anterior.

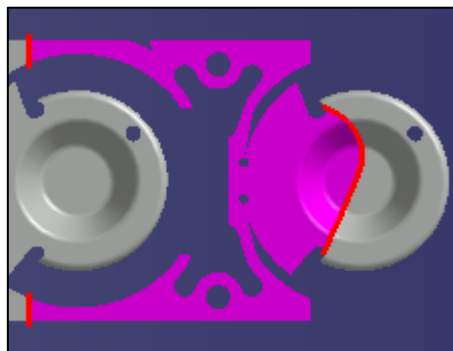


Figura 17. Etapa final de corte

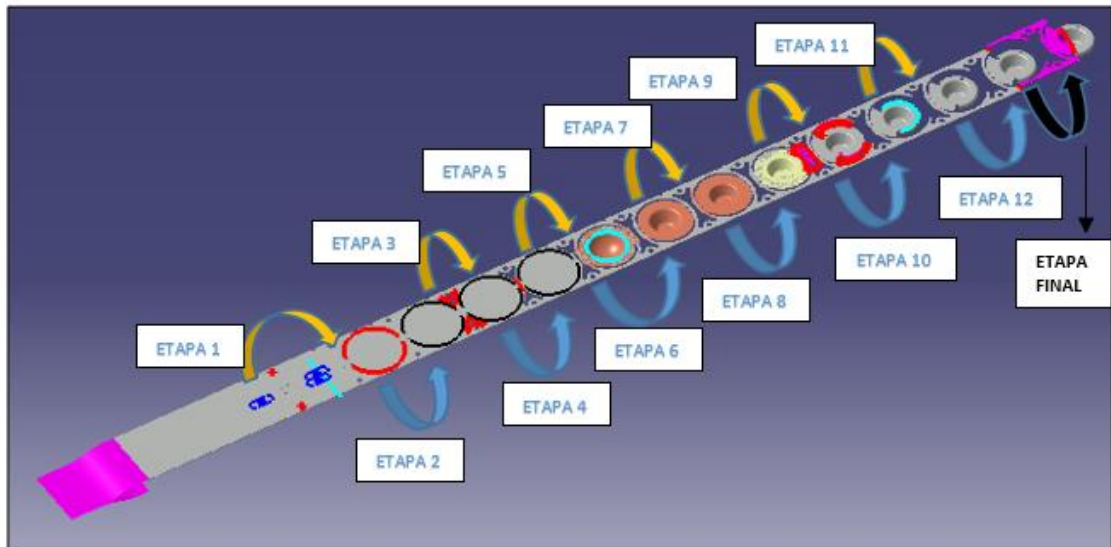


Figura 18. Secuencia de operaciones

9. Determinación de esfuerzos

El cálculo de las fuerzas necesarias para realizar cada operación y los momentos que generan es de vital importancia en el diseño de la banda, llegando a influir tanto en el orden de operaciones como en el número de etapas a realizar. El valor de estos esfuerzos depende del tipo de operación (corte, doblado...), del espesor de la chapa y del material, influyendo directamente en la elección de la prensa más adecuada para fabricar la pieza. Otra consecuencia, quizás más importante, es la elección de los ejes (X, Y) del troquel, que han de coincidir con los de la prensa evitando de esta manera momentos que ocasionarían menor precisión y mayor desgaste de herramienta.

En la siguiente tabla se indican las ecuaciones empleadas para el cálculo de las fuerzas necesarias para los principales procesos que se realizan en el troquel:

Punzonado	$F = \sigma \cdot A = 2\pi R \cdot s \cdot \sigma$	s: espesor de la chapa σ : resistencia del material R: radio del punzón
Corte	$F = \sigma \cdot A = L \cdot s \cdot \sigma$	L: Perímetro del área a cortar
Doblado	$F = \rho \frac{Ls^2\sigma}{h}$	L: longitud de la zona doblada; h: ancho de la herramienta de doblado; ρ : factor que depende de la forma de la herramienta de doblado

Tabla 2. Fórmulas secuencias.

Después se calculan los momentos que producen, para lo cual se determinan inicialmente unos ejes (X, Y) coincidentes con los ejes de la banda y se calculan los momentos con respecto a dichos ejes. Es necesario que haya un equilibrio de momentos para garantizar una mayor precisión y un menor desgaste de las herramientas, y conseguir un mejor pisado de la chapa.

En el caso de que el desequilibrio sea respecto del eje X, se plantean las siguientes opciones:

- Modificar las operaciones a realizar en cada etapa (si es posible).
- Añadir etapas en las que no se realice ninguna operación, cambiando de esta forma la distribución de momentos.

Si el desequilibrio es respecto del eje Y, las soluciones son bastante más complejas:

- Cambiar la posición de dicho eje.
- Incluir dos piezas simétricas en la banda.
- Diseñar un troquel en el que entren dos tiras de chapa a la vez, estando estas dispuestas simétricamente respecto del eje Y.

10. Diseño del troquel

Una vez realizado el diseño de banda, se pasa al diseño del troquel que se corresponde con dicho diseño de banda, en el que se definen los elementos que lo forman, su ubicación y las relaciones y dependencias entre ellos, así como su ensamblaje.

En primer lugar, se aborda el diseño de las herramientas de conformado (punzones, herramientas de corte). Esta fase se realiza a partir del diseño de banda previo, a partir del cual se extraen los parámetros geométricos que definen esas herramientas.

Inicialmente es aconsejable definir las herramientas normalizadas, tales como punzones, herramientas de roscar y sus correspondientes matrices. Posteriormente se diseñan las herramientas que son específicas del troquel. El siguiente paso es el diseño de las dos partes que configuran el troquel, superior e inferior, con sus correspondientes placas.

La forma de estas placas ha de adaptarse a las herramientas que se han diseñado, de tal forma que se puedan alojar en su interior y desplazarse sin interferencias entre sí y los demás elementos del troquel, además de adaptarse al diseño de banda propuesto. Cuando se producen interferencias entre elementos del troquel es necesario redefinir el diseño de banda, bien introduciendo etapas libres o bien redistribuyendo las operaciones de cada etapa.

11. Diseño de herramientas de corte no normalizadas

Una vez obtenido el diseño de banda acorde a la secuencia de operaciones previamente definida, se procede a diseñar o determinar las herramientas necesarias para realizar el trabajo. El conjunto punzón-troquel queda definido por la geometría del elemento que se quiere cortar. Las formas geométricas más comunes (por ejemplo, formas circulares para la realización de agujeros) se encuentran normalizadas o cuentan con herramientas comerciales por lo que los útiles empleados en su fabricación también lo están, no siendo necesario por tanto su diseño, sino la elección de la herramienta correcta. Sin embargo, hay otras herramientas que han de ser específicas para este troquel, no siendo posible obtenerlas a partir de catálogo, ya que es necesario que su diseño se adapte a la geometría propia de la pieza.

Este apartado se centra en el diseño de las herramientas de corte propias para el troquel, que se han de adaptar a la geometría que presenta la pieza, por lo que no son herramientas catalogadas o estándar.

11.2. Características principales de las herramientas de corte.

Las herramientas para realizar el corte de la chapa están formadas por dos elementos:

- Punzón: Herramienta que presiona la chapa. Tiene la forma de la sección a cortar.
- Matriz: Es el negativo del punzón, debe ser hueca y con la forma de la sección a recortar para que penetre el punzón y producir el corte. También ha de permitir la salida o expulsión del elemento cortado.

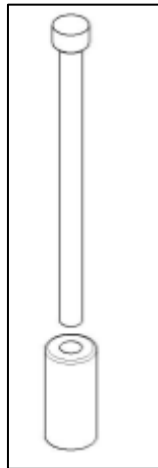


Figura 19. Conjunto punzón-matriz

El factor más importante sobre la calidad final del corte es el juego entre el punzón y la matriz. En el caso de los punzones cilíndricos, es la diferencia de diámetro entre el punzón y la matriz.

12. Proceso de diseño

Se presenta la metodología que se ha desarrollado para diseñar tanto el punzón como la matriz siguiendo los requisitos que se establecen para realizar esta operación. La fase más característica de este proceso es la delimitación de los contornos de corte.

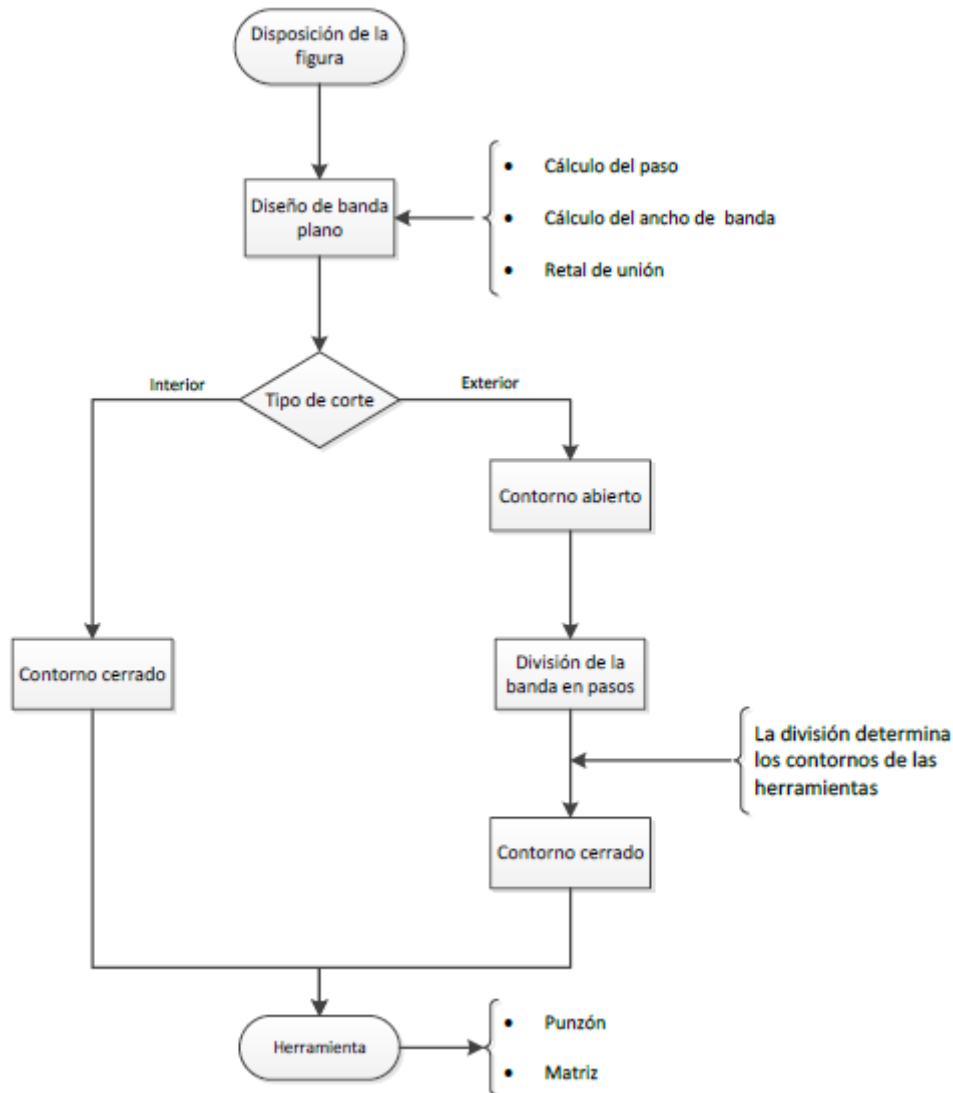


Figura 20. Proceso de diseño

El punto de partida es la disposición óptima de la figura, obtenida anteriormente. A continuación, se determina el diseño de banda manteniendo en todas las etapas la forma plana.

12.1. Detección de contornos.

La parte principal del proceso es detectar y definir el perfil de las herramientas de corte. Estos contornos pueden ser:

Contorno cerrado. Cuando el perfil a cortar es interno, es decir, situado en el interior de la pieza.

Contorno abierto. Es el perfil que define la forma exterior de la pieza.

Generalmente se requiere más de una operación de corte. En este caso el perfil a cortar es abierto. Para cerrarlo se considera el contorno del fleje. La geometría de la herramienta suele sobrepasar ligeramente dicho contorno para evitar posibles rebabas y mejorar la distribución de fuerzas y momentos.

Si el contorno del corte es cerrado o interior se inicia el proceso con la definición de la geometría del corte a realizar y se procede al diseño de la herramienta de corte, considerando los parámetros que definen el punzón y la matriz.

Cuando el contorno de la forma a recortar es abierto el procedimiento varía ligeramente, ya que, aunque la generación del punzón y de la matriz siguen un proceso similar la definición del contorno es diferente.

Para obtener el contorno se divide la banda en igual número de tramos que el de etapas de la banda diseñada bien en la misma posición o desplazadas una determinada medida, de tal manera que se obtenga la geometría más favorable para el diseño de la herramienta. La anchura de cada una de estos tramos es igual al paso.

12.2. División de la banda

Para elegir el punto de división el principal criterio es que la longitud de corte sea mínima, así las fuerzas son menores, si bien se proponen otras alternativas tales como:

- Como norma general se divide la banda a partir del punto más cercano al contorno de la banda, ya que la longitud de corte suele ser mínima.

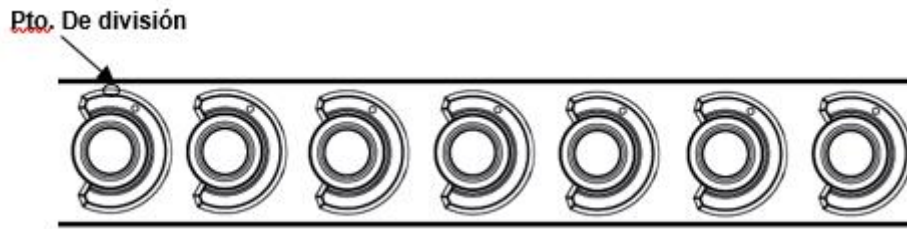


Figura 21. División de la banda

Es prácticamente imposible establecer unos márgenes estándar de separación entre los cortes realizados de las piezas y los lados exteriores de la banda ya que depende del material, espesor, peso, paso del troquel, número de ciclos por minuto, inercias producidas en los avances de la chapa, etc.

Se han establecido en el apartado de Cálculos unos valores mínimos que garanticen la suficiente rigidez de la tira de material para evitar su deformación por decaimiento.

13. Estudio del troquel

13.1. Función

El troquel debe tener una alta resistencia a la compresión y al desgaste, de modo que se deben utilizar aceros aleados con tratamiento de temple para fabricarlo. Sin embargo, la eficiencia de las herramientas de troquelar depende no solamente del material sino también de la calidad superficial de éstas. La calidad superficial de la pieza troquelada depende, en gran medida, del estado superficial de la herramienta, por lo tanto, las caras frontales del punzón y la matriz deben estar muy bien mecanizadas y sin rugosidades. Además, las rayas, aunque el proceso de troquelado se realice correctamente, ocasionan un agotamiento prematuro de la capacidad de conformación de la herramienta, debido a que van formando pequeñas grietas superficiales en la matriz que, con el paso del tiempo, la hacen inutilizable.

La base principal para el buen funcionamiento y duración del troquel es su adecuado uso y buen mantenimiento. El secreto para eliminar o reducir los posibles problemas a lo largo de la vida útil de la matriz, es tenerlos controlados e identificarlos.

13.2. Materiales

Serán descritos con mayor precisión en el apartado Pliego de Condiciones del presente proyecto, pero cabe mencionar que son:

- Calibrado (Acero F-111)
- Acero F-114
- Acero F-522
- Acero 2379
- Adiprene
- Para la fabricación, tanto de la base superior como la inferior se usan placas de acero al carbono de mediana resistencia como SAE/AISI:1045.
- Los materiales son tratados térmicamente por temple convencional y tienen una dureza superficial de 55-58 Rockwell (HRC).
- Las placas porta matriz y porta punzones están construidas en materiales ya templados y que conservan su tenacidad y cohesión.

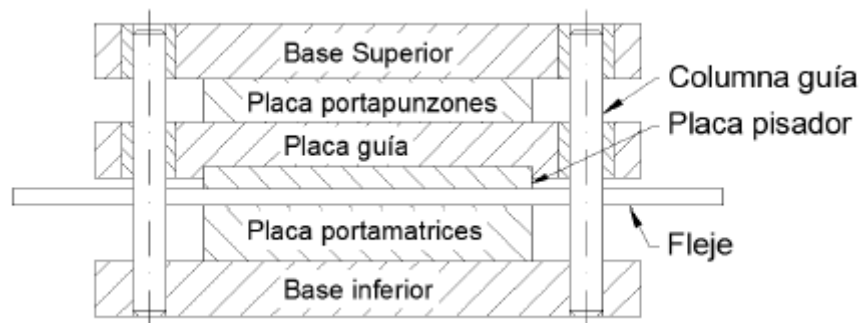
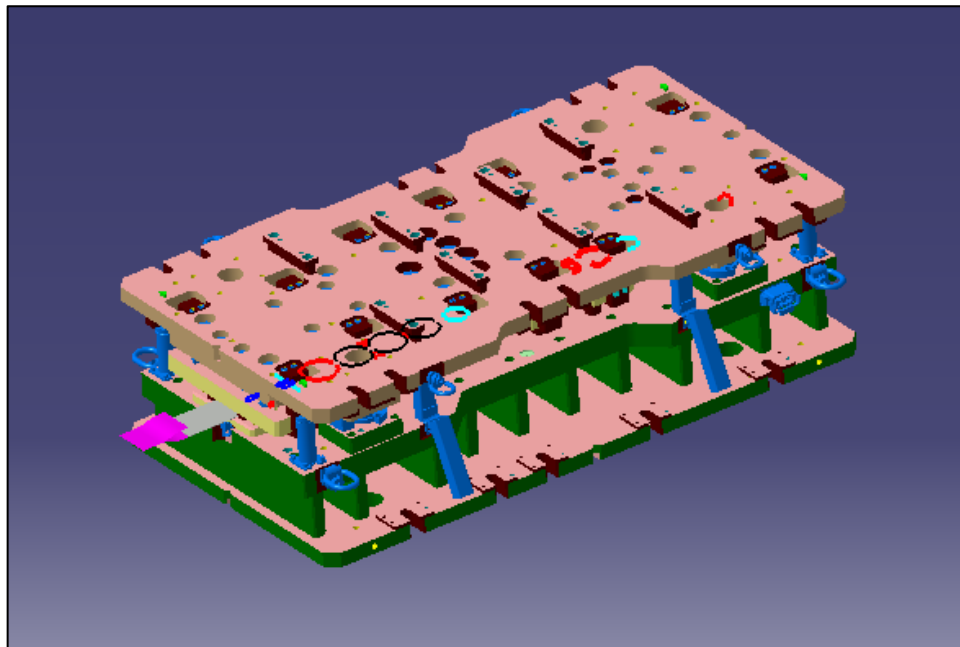
Los empleados son el acero SAE/AISI 1045 o de mayor dureza como el SAE/AISI 01 o 06.

13.3. Componentes mecánicos

El troquel cuenta con una serie de elementos constructivos que cumplen con una misión específica dentro del conjunto general del trabajo para el cual han sido fabricados. Estos componentes, por sus características mecánicas deben ser cuidadosamente diseñados para lograr el objetivo final de producir las piezas sin defectos. La estructura principal está compuesta por dos zonas claramente diferenciadas, parte superior, que es móvil con el cabezal y parte inferior, fija sobre la mesa de la prensa. A continuación, se describen las partes que de una u otra forma están presentes en la matriz progresiva. Así mismo, se mencionan los distintos tipos de materiales con los que se construyen.

PARTE SUPERIOR	Base Superior
	Placa portapunzones
	Placa guía
	Placa pisadora
PARTE INFERIOR	Base inferior

	Placa portamatrices
--	---------------------

Tabla 3. Tabla de elementos*Figura 22. Elementos del troquel progresivo**Figura 23. Conjunto troquel*

13.3.1. Parte inferior

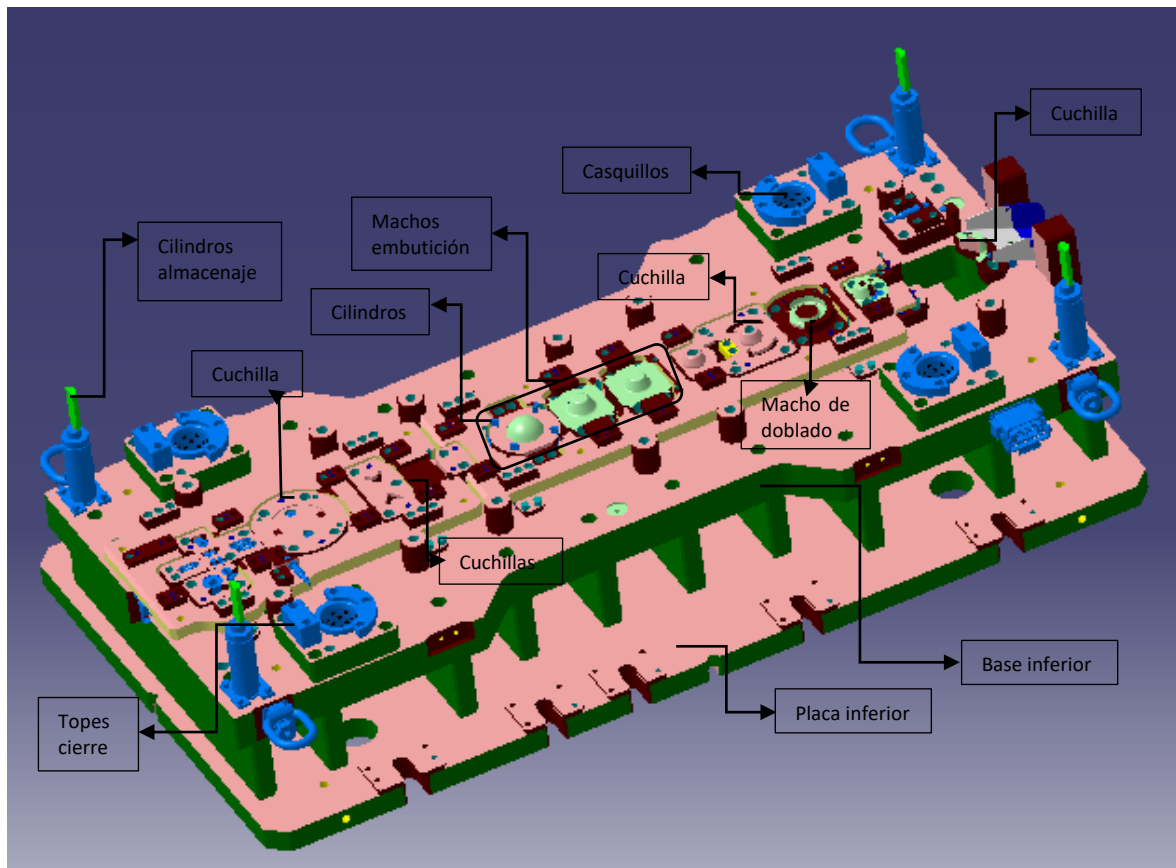


Figura 24. Parte inferior del troquel progresivo

13.3.1.1. Placa inferior

La placa inferior del troquel está diseñada para soportar todas las piezas y subconjuntos que componen la base inferior. Se trata de una pieza fabricada en acero ST37. En sus laterales tiene varios agujeros que serán utilizados para sujetar la parte inferior a la mesa de la prensa.

Dicha placa soporta todas las paralelas sobre las cuales va montada la base inferior.

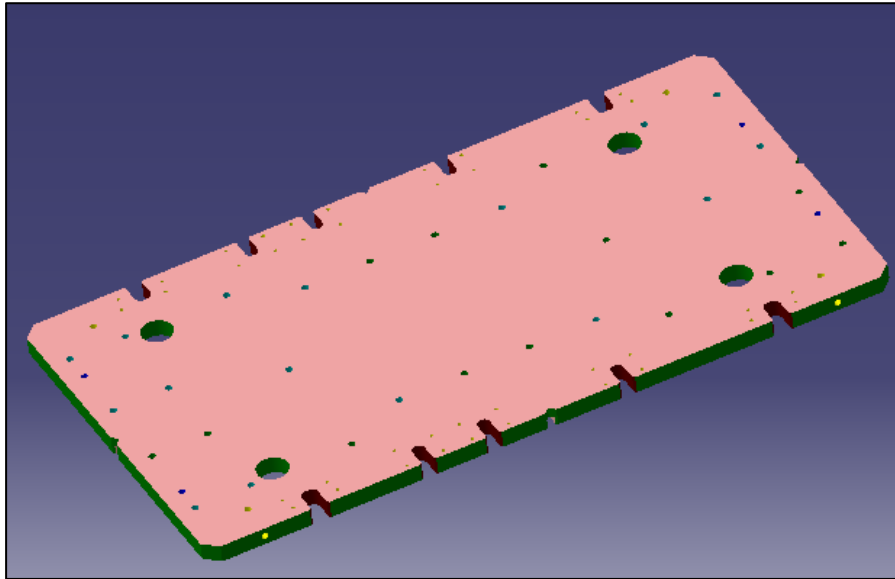


Figura 25. Vista superior de la placa inferior

13.3.1.2. Base inferior

Es el elemento sobre el que van montados todos los componentes que hacen parte de la matriz, y a su vez, está sujeta en la bancada de la prensa durante toda la fase de trabajo. Esta base y los elementos que lleva montados hacen las funciones de apoyo, puesto que recibirán toda la fuerza de transformación que la prensa aplique sobre ella. En la base inferior irán montadas las columnas guía que sirven como referencia de centrado entre la parte superior e inferior. Algunos de los elementos más importantes que aloja la base inferior son: placa porta matrices, o segmentos de cortar, doblar o embutir, reglas guías, pernos.

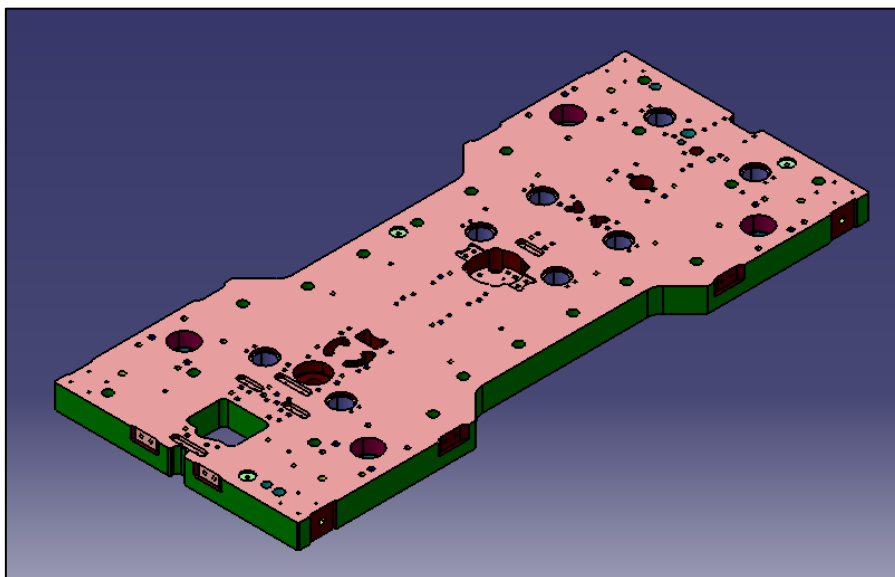


Figura 26. Base inferior

13.3.1.3. Cilindros

Los cilindros de presión son capaces de instalar fuentes de gas que soportan esfuerzos mucho mayores, con menor mantenimiento y bajo peores circunstancias que los amortiguadores clásicos. El cilindro de gas que se ha escogido es AZOL-GAS CT 300 38 para los esfuerzos en los machos de embutición.

Los cilindros de gas utilizados para el macho tienen menos carrera que los del elevador, pero adquieren más fuerza. Su misión es la de no descender hasta que la embutición de la zona central de la pieza no haya finalizado.

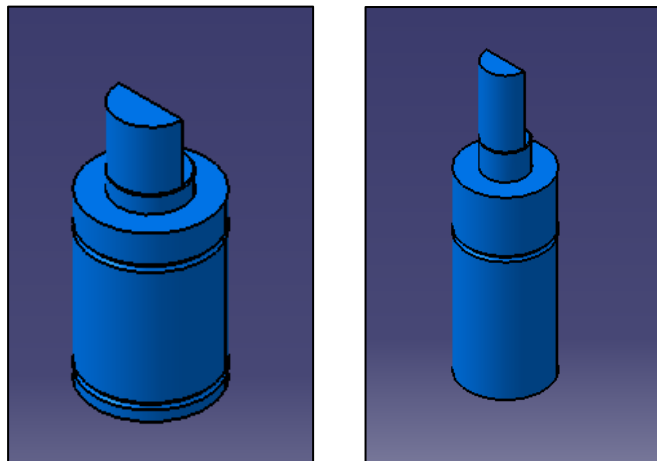


Figura 27. Cilindros de gas

13.3.1.4. Cilindros almacenaje

Los cilindros del elevador son CK 1000-100 y cuentan con unas bridas C50-050. Permiten almacenar los troqueles sin sufrir impactos demasiado bruscos y que no sufra el utillaje.

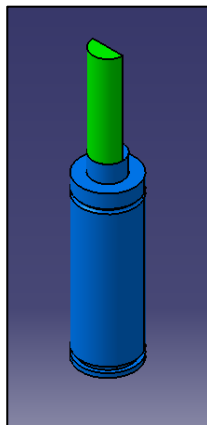


Figura 28. Cilindro almacenaje

13.3.1.5. Casquillos columnas

El troquel lleva en su base inferior los casquillos para las columnas. Su misión es guiar a la columna que va sujeta a la parte superior de los troqueles. La misión de las columnas y los casquillos es guiar a los troqueles en su descenso para que realicen la operación de forma correcta.

La marca des AIBE, diámetro 32 y van sujetos con dos grapas de sujeción.

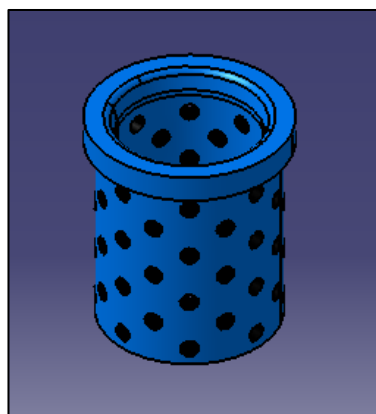
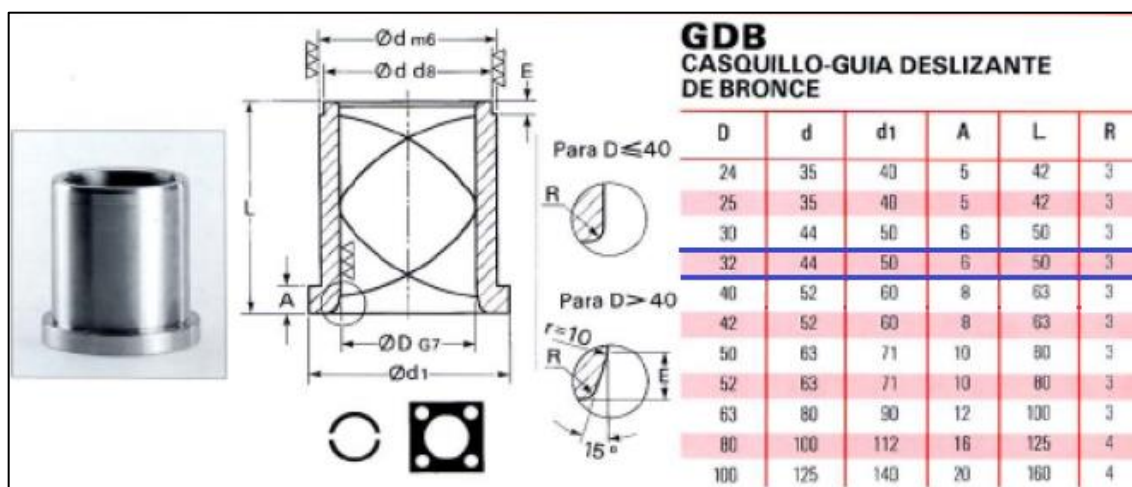


Figura 29. Casquillo columnas



En la base inferior se han realizado dos agujeros de 44mm de diámetro donde se alojarán los casquillos. Como elementos para su sujeción se dispondrán de dos grapas atornilladas a la base.

13.3.1.6. Casquillos guía

Son casquillos de menor dimensión que los empleados en las columnas, pero su misión es la misma. Se trata de un cojinete SELFOIL, marca AMES del tipo B cilíndricos.

13.3.1.7. Machos de embutición y doblado

La función de los machos es la de conseguir la embutición y doblado. La embutición es realizada antes que la ondulación del perímetro exterior. El macho se encuentra elevado sobre cuatro cilindros de gas que soportan la fuerza de la embutición justo antes de comprimirse.

Se trata de unas piezas que las cuales se encuentran sometidas a grandes esfuerzos y desgastes, por lo que se utiliza como material acero 2379 T6 (con temple secundario que endurece la superficie de la pieza). Lleva dos alojamientos para los postizos que van atornillados a este y por otro lado se encuentra atornillado a la sufridera.

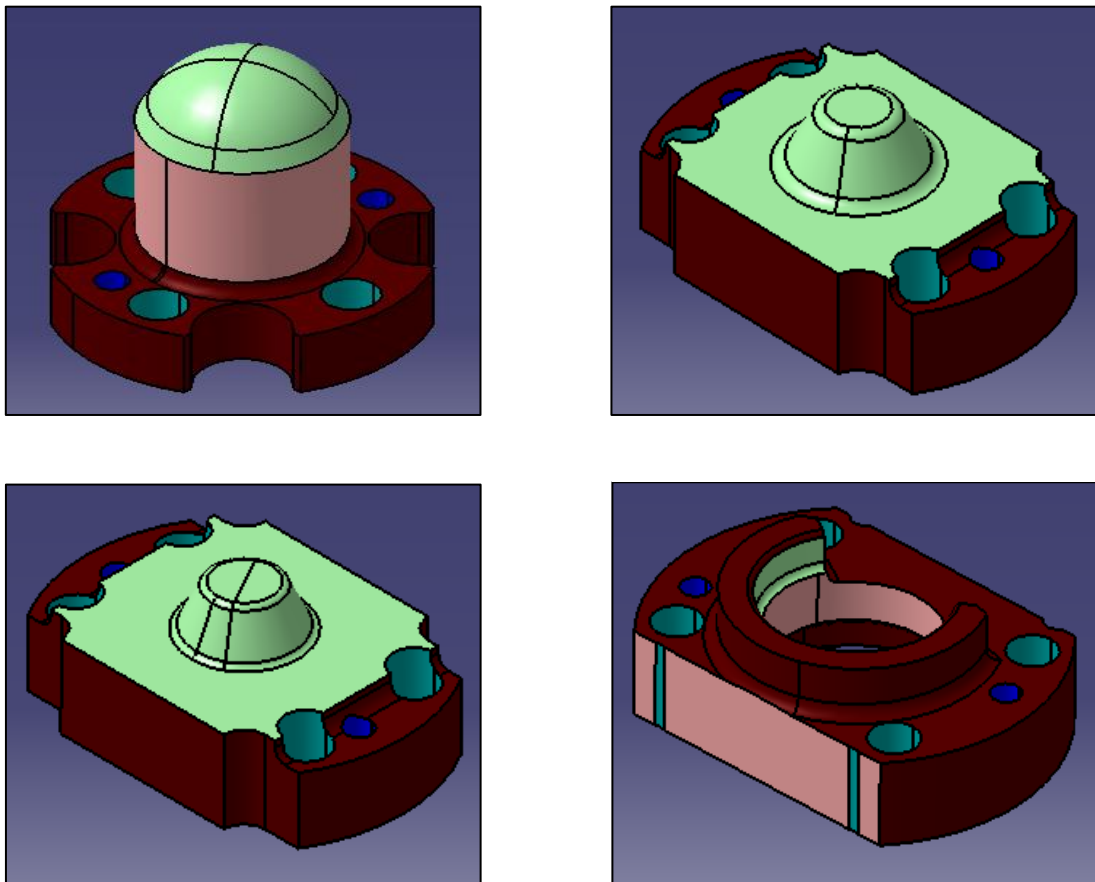


Figura 30. Machos de embutición

13.3.1.8. Cala

La función principal de esta pieza es la de conectar el macho con la parte inferior del troquel. Su labor es secundaria. Su material, al igual que el macho es acero 2379 T6.

La función básica de las placas superior e inferior de choque es absorber sobre su superficie los sucesivos golpes de los elementos en el troquel. Estos impactos se producen cada vez que los punzones transforman la lámina con la matriz. Cuando el punzón impacta contra el material, la resistencia que opone éste es transmitido a la superficie de las sufrideras sobre las que se apoyan las placas porta matriz y porta punzones.

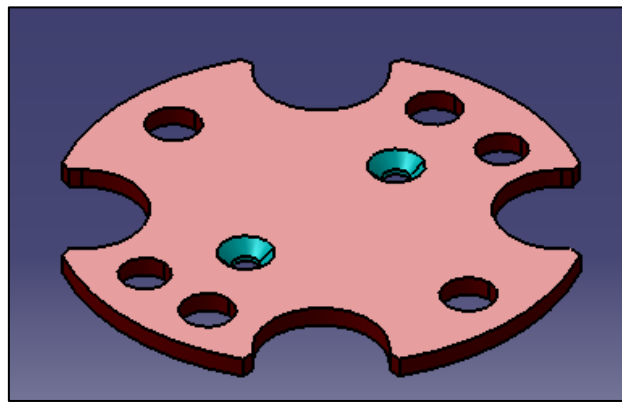


Figura 31. Cala

13.3.1.9. Tornillo limitador

Son unos tornillos fabricados en acero tratado y rectificados utilizados como guía de los elementos elásticos de la matriz con el pisador. A la vez, cuando la matriz está abierta, son los elementos responsables de mantener la parte móvil del utillaje formando un solo bloque. En caso de que faltaran estos tornillos, la placa base superior y la placa portapunzones se separarían de la placa pisadora, desmontándose dicho bloque.

Su misión es fijar que el macho baje correctamente y que limite la elevación del macho como su propio nombre indica. Se ha escogido un tornillo de la marca RABOURDIN. Tornillo ISO 7379 M10x30.

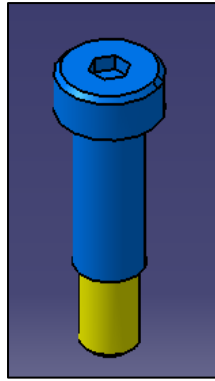


Figura 32. Tornillo limitador

13.3.1.10. Distanciadores

Son piezas de acero 1.0503 con una dureza superficial de 56 HRc. Su función es la de evitar que los pisadores presionen la pieza a embutir para que pueda fluir hacia el centro de dicha embutición. Se disponen 12 distanciadores a lo largo de la base inferior, 6 a cada lado de la banda.

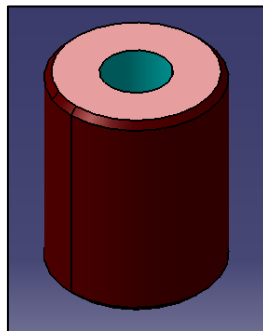
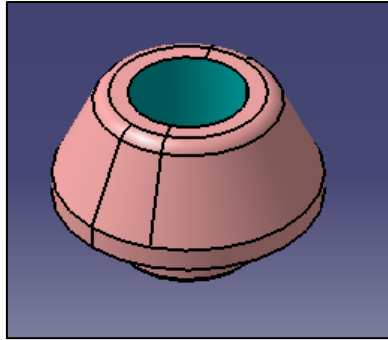


Figura 33. Distanciador

13.3.1.11. Centrador

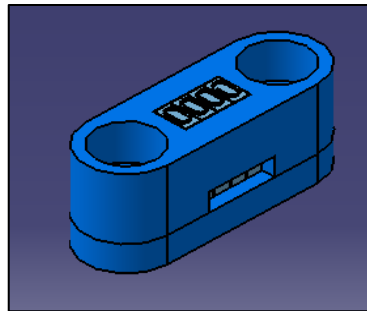
La misión de los centradores es posicionar correctamente la pieza encima de los machos o de los expulsores. Se trata de una pieza de acero 1.2379 T6 con una dureza Rockwell de entre 54 y 56 HRc.

Dentro del centrador se encuentra la cabeza del tornillo limitador que es el que lo sujeta al macho de embutición. El pisador superior lleva un pequeño agujero donde se introduce el centrador cuando desciende la parte superior del troquel.

*Figura 34. Centrador*

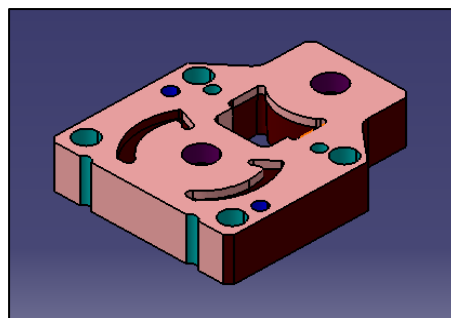
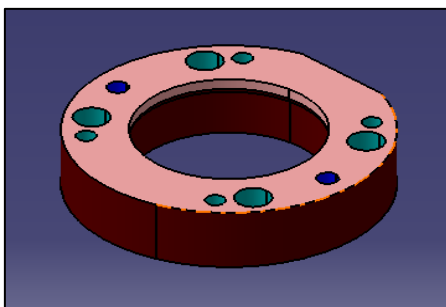
13.3.1.12. Portadígitos

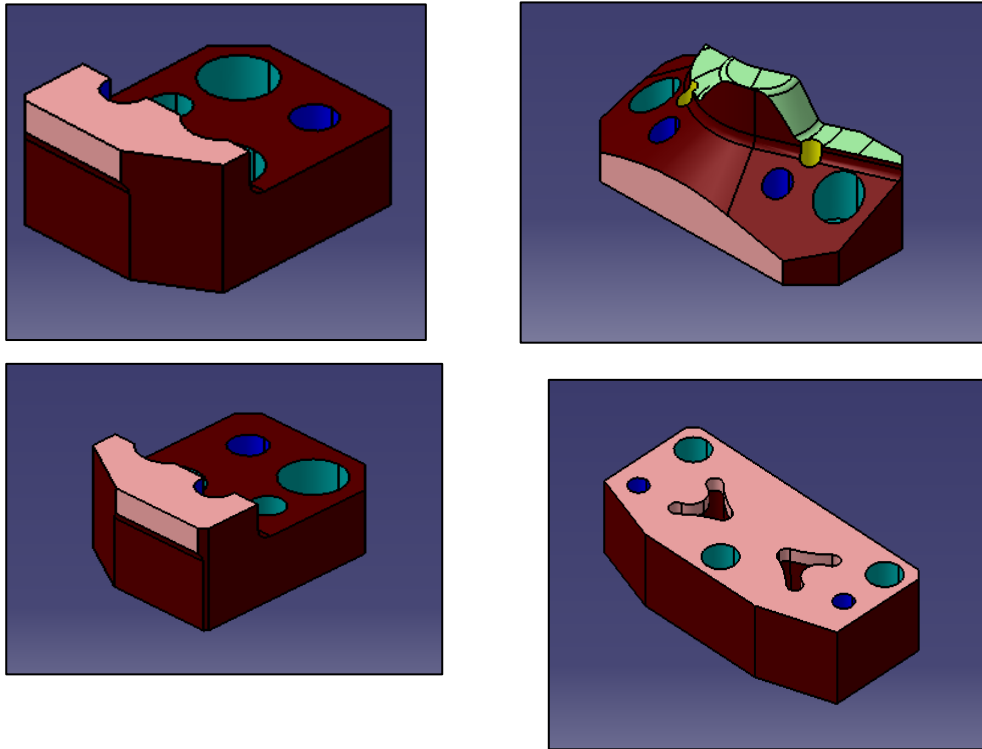
Utilizado para sellar la marca del troquel, referencia de la pieza y fecha de fabricación. Portadígitos ZNT-0404

*Figura 35. Portadígitos*

13.3.1.13. Cuchillas inferiores

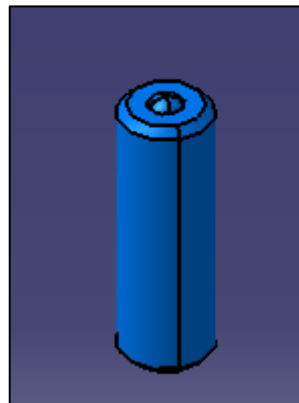
Se emplean para realizar las operaciones de corte, como el recorte del contorno que define la pieza. Debido a que normalmente estos perfiles tienen formas irregulares y las herramientas de corte deben ajustarse a dicha forma, estos elementos, a diferencia de los anteriores no son elementos normalizados, sino que son específicos de este troquel.



*Figura 36. Cuchillas*

13.3.1.14. Expulsores

Pequeñas piezas que, impulsadas por resortes, tienen la misión de separar la banda una vez realizado el esfuerzo. Durante la embutición se mantienen escondidos para que la pieza esté comprimida por el pisador.

*Figura 37. Expulsor*

13.3.1.15. Casquillo inferior

Es la pieza que sirve de matriz en el doblado y por tanto la que se determina por donde se va a doblar. La pieza va insertada dentro del macho de embutición y del postizo del macho y el material utilizado es acero 2379 T6.

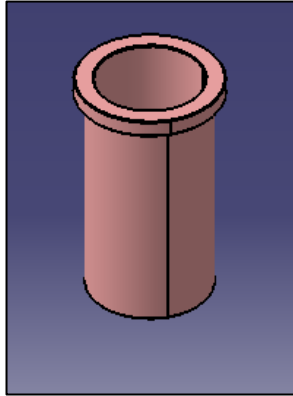


Figura 38. Casquillo

13.3.1.16. Muñequillas

Son dos elementos mecánicos, uno a cada lado en la parte inicial del troquel y permite alienar la placa superior cuando se desmonta con la inferior (muñequilla 39 V 1205/1).

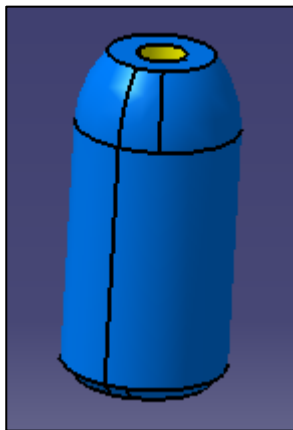


Figura 39. Muñequilla

13.3.1.17. Rampas

Las rampas de evacuación de material son un elemento imprescindible, ya que permiten que el material sobrante que es cortado de la chapa evacúe inmediatamente sin dejar trozos sueltos en el interior del troquel. Las cuatro están fabricadas en chapa lagrimada y forman parte de la parte inferior del troquel. Los trozos desechados caen por gravedad a carros metálicos que serán vaciados tras un período de secuencias determinado.

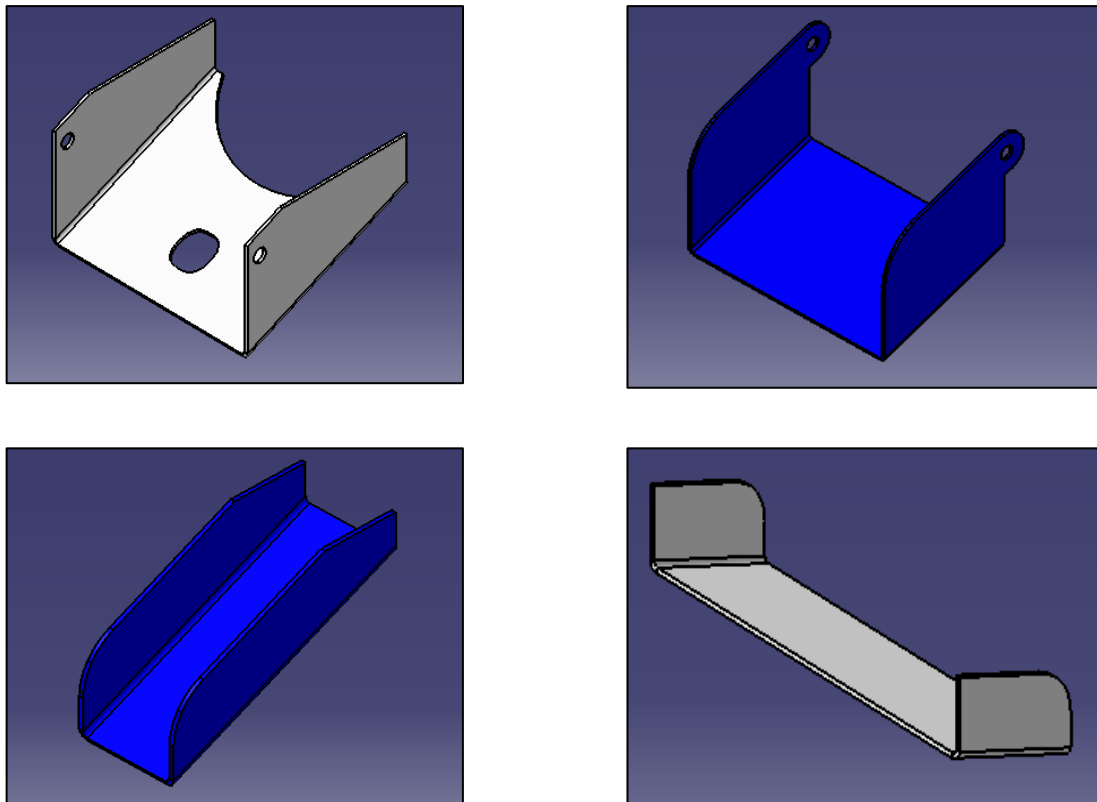
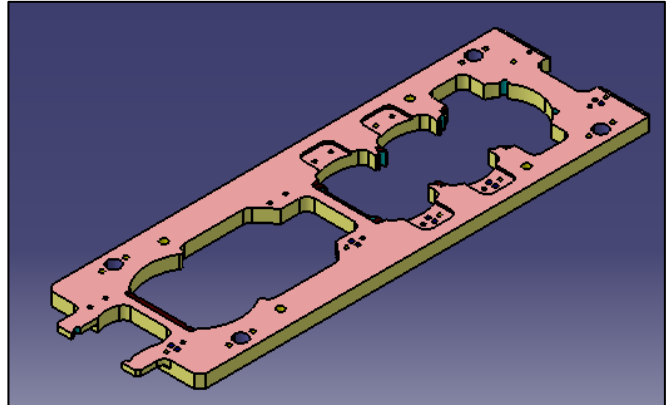
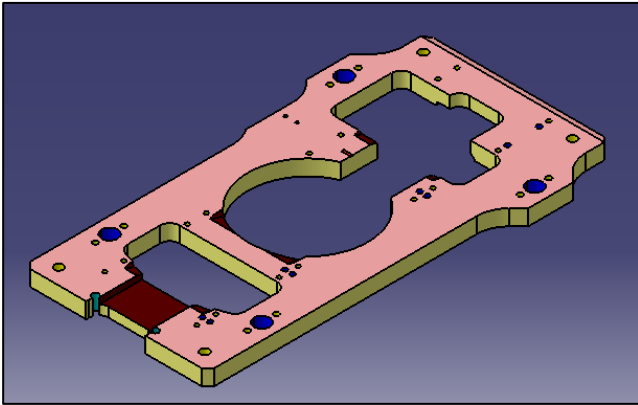


Figura 40. Rampas

13.3.1.18. Parrillas*Figura 41. Parrillas*

13.3.1.19. Guías banda

El movimiento de las dos partes más importantes del troquel (bases superior e inferior) necesita ser guiado en todo momento para garantizar una total concentricidad entre ambas. Esta función se deja a cargo de columnas de guiado que van montadas en la base inferior, sistema que se encargan de posicionar y centrar las dos partes del troquel. El sistema de guiado por columna puede ser por rozamiento, el cual debe ser muy bien lubricado para no forzarlo.

Son uno de los componentes más característicos de la matriz progresiva. Se disponen con el fin de guiar longitudinal y transversalmente las tiras de lámina en su desplazamiento por el interior de la matriz. El tratamiento térmico más utilizado para ellas es el templado y revenido, que impide un desgaste prematuro de sus paredes que pueda dificultar el buen deslizamiento de la banda por su interior

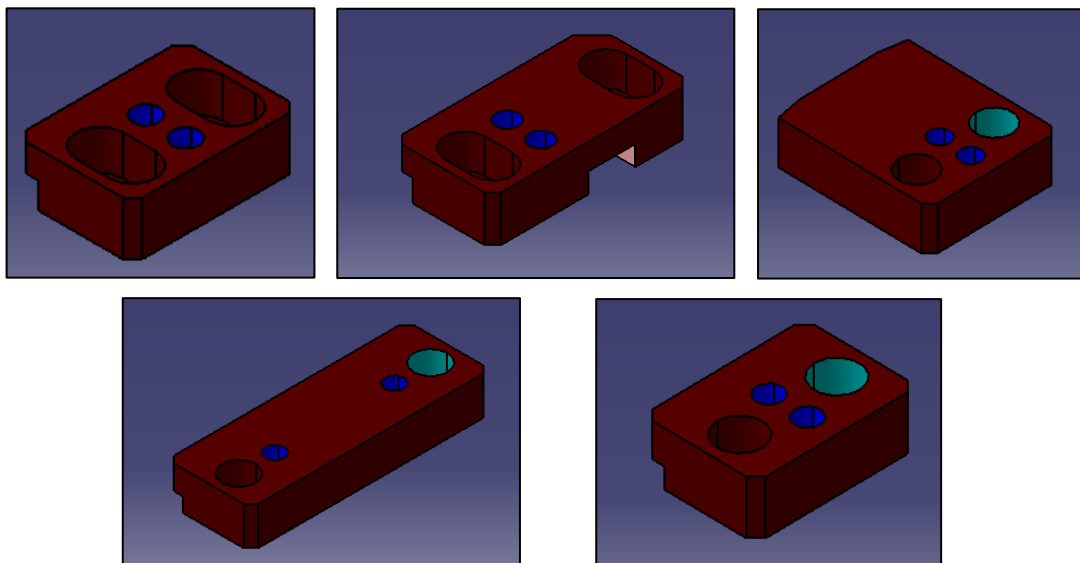


Figura 42. Guías banda

13.3.2. Parte superior

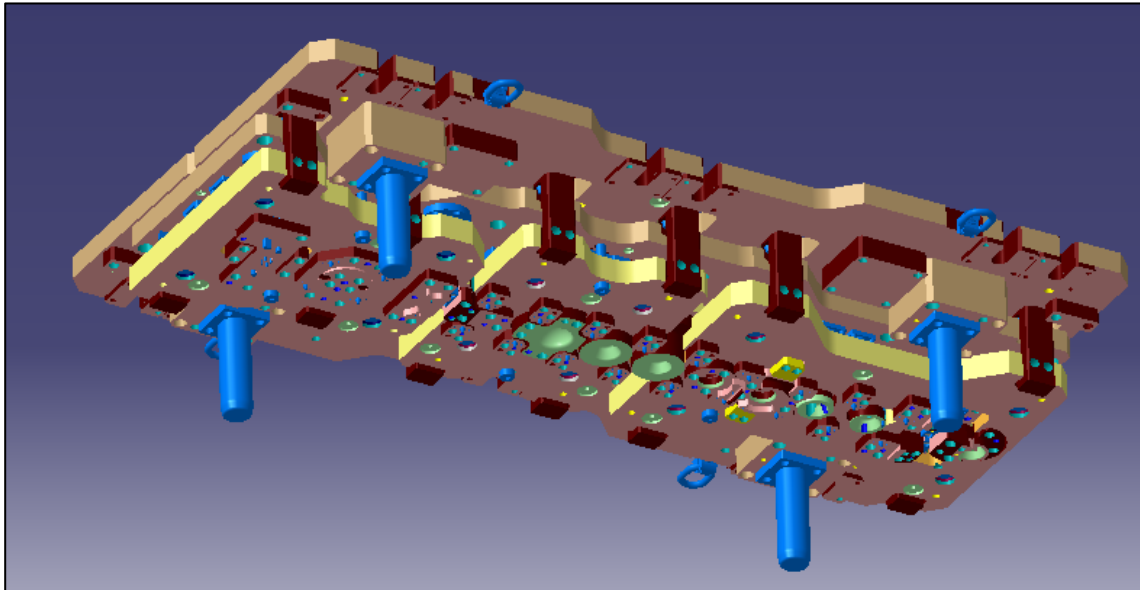


Figura 43. Parte superior del troquel

13.3.2.1. Base superior

Constituye el soporte sobre el cual van enclavijados mediante tornillos y pasadores, formando un único bloque, todos los elementos de la parte móvil del utillaje. Lleva varios agujeros roscados para sujetar el utillaje, mediante un vástago, al cabezal de la prensa.

La placa base superior es de acero ST37. Será guiada gracias a los agujeros de los casquillos a través de las columnas guía.

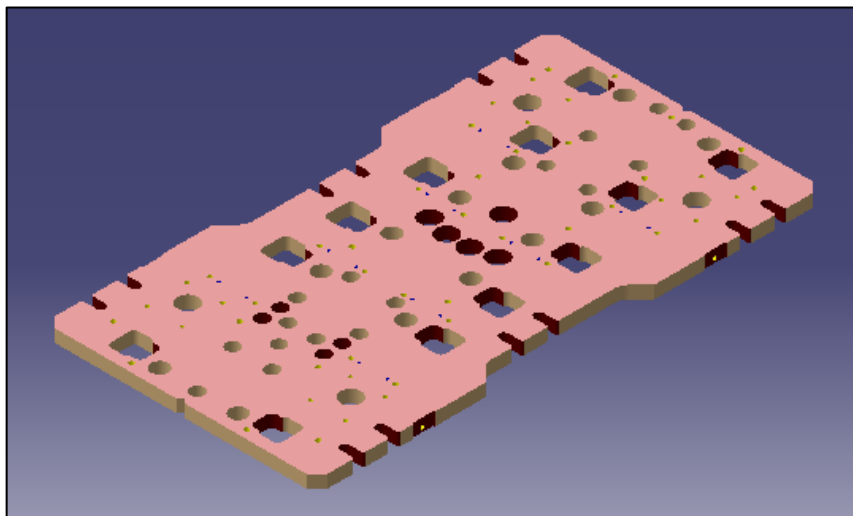


Figura 44. Base superior

13.3.2.2. Suplemento base superior

Su misión es la de contener en su superficie todas las placas y elementos que sostienen los punzones del troquel. Está anclada al ariete de la prensa, que la inmoviliza y fija durante todo el proceso de trabajo. Ésta conduce el movimiento de la máquina para que los punzones penetren la matriz y transformen la lámina. Los elementos esenciales que aloja la base superior son: placa porta punzones, punzones de cortar, doblar, embutir y estampar, sufridera superior, bujes guías, placa pisadora superior, resortes.

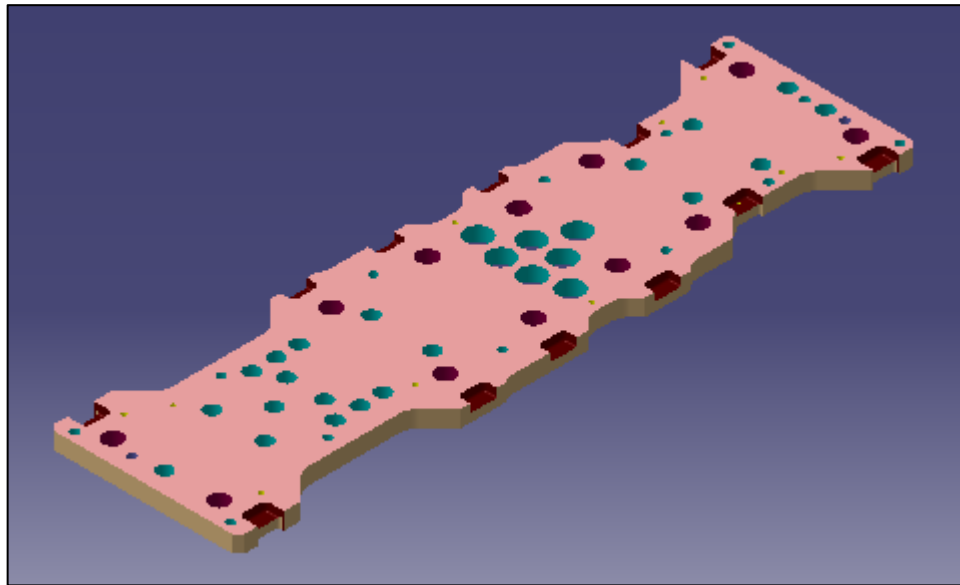


Figura 45. Suplemento superior

13.3.2.3. Punzones

Los punzones son los principales elementos activos del utillaje. Su misión es la de cortar la chapa según la sección de su plano de trabajo, que generalmente, se corresponde con la figura o forma que se desea obtener. Para lograr el trabajo óptimo de estos, es preciso que sus extremos estén perfectamente afilados, sin melladuras ni cantos romos. Son de acero 2379 T6 y los de corte tienen una longitud de 80 mm mientras que los de doblado varían ligeramente. Poseen un tratamiento térmico de temple y revenido para obtener una dureza Rockwell de 62-64 HRC.

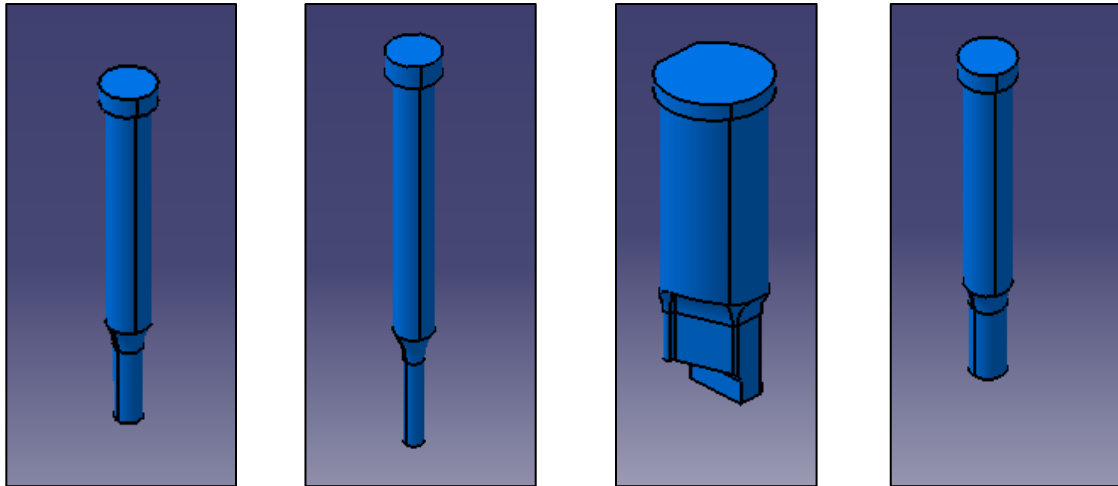


Figura 46. Punzones

13.3.2.4. Portapunzones

La finalidad de la es la de alojar y fijar en su interior todos los punzones que lleve la matriz. Estos punzones pueden ser de cualquier tipo o tamaño, pero han de tener una sola característica en común: deben estar firmemente sujetos y guiados en el interior de dicha placa impidiendo que puedan moverse o desprenderse. La placa porta punzones es mecanizada por electroerosión, rectificada y templada, posteriormente. Es construida con diferentes tipos de aceros para un trabajo de alta calidad y resistencia, como SAE/AISI: O1,O2,A2,D3,D6, todos ellos, materiales que cumplen con las tres propiedades más importantes en la selección del acero para trabajo en frío: tenacidad, resistencia al desgaste y dureza.

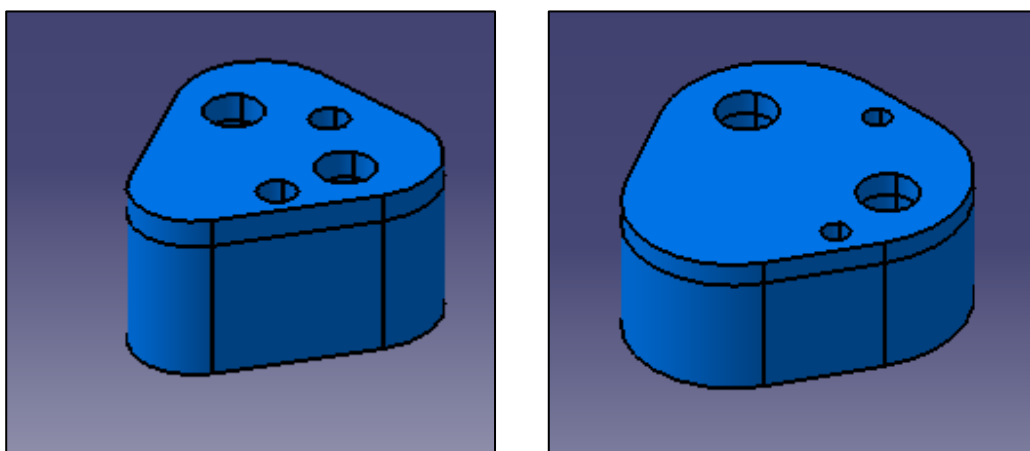


Figura 47. Portapunzones

13.3.2.5. Cilindros

Su misión es expulsar hacia afuera el pisador respecto de la base superior. Los cilindros escogidos para el pisador superior son el G-820x15 NITROGAS y AZOL-GAS CT 550 25.

Las Bridas de sujeción para los cilindros, son modelo C50-050.

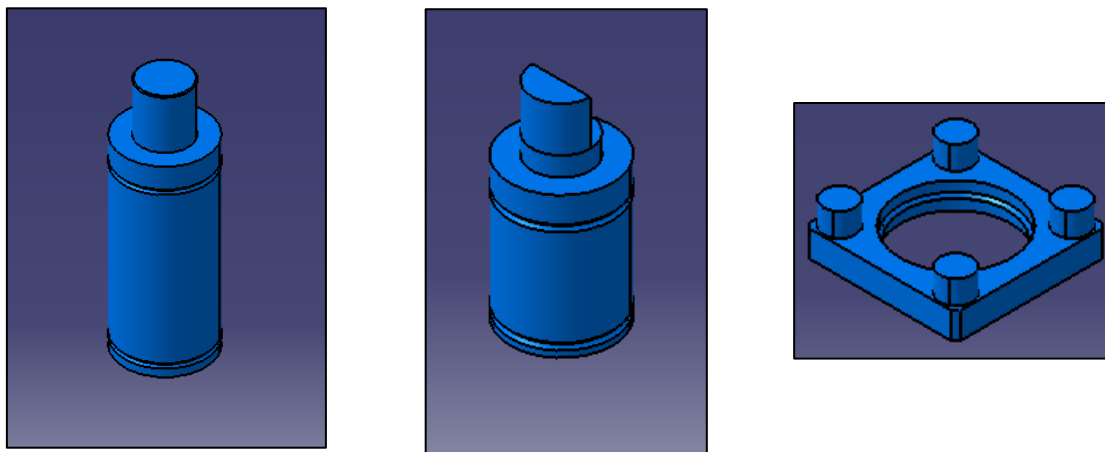
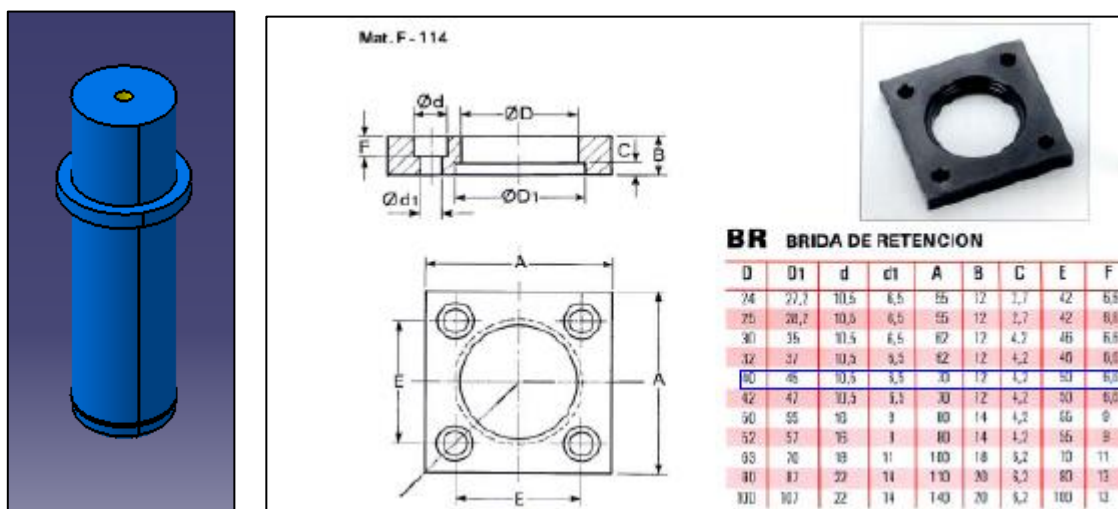


Figura 48. Cilindros y brida

13.3.2.6. Columnas

La misión de las columnas es guiar a la base superior del troquel en su descenso para que realice dicha operación correctamente. Para ello se ha utilizado una columna CEN D40X110-FIBRO 2021.29. Se encuentran retenidas por unas bridas de sujeción de la misma marca.

La brida de retención y el anillo se pueden extraer del catálogo:



AR ANILLO DE RETENCION					
PARA Ø COLUMNA	D	d	PARA Ø COLUMNA	D	d
24	21,5	2,5	50	49	4
26	23,5	2,5	52	49	4
30	26	4	60	57	6
32	28	4	60	74	6
40	36	4	100	96	6
42	38	4			

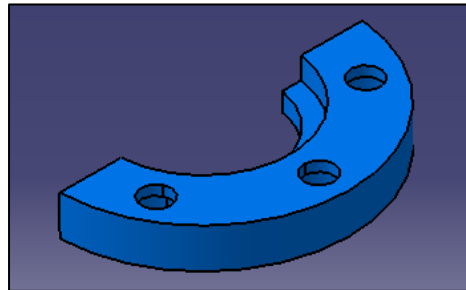


Figura 49. Columnas y brida

13.3.2.7. Expulsor retal

Son imprescindibles para despegar la chapa del macho y no que se quede obstruido dentro de la matriz. Se trata de dos elementos normalizados alojados en la base superior del troquel. El expulsor es de la clase MBT 10 003-FIBRO 2472.01.010.

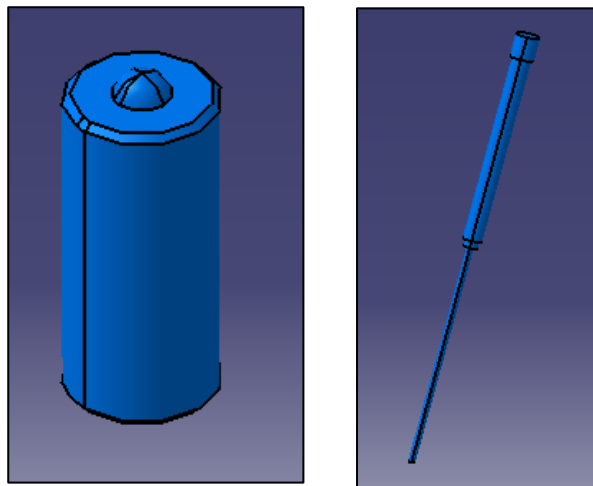


Figura 50. Expulsor retal

13.3.2.8. Matrices de doblado y calas

La función de estos elementos es la de realizar las partes dobladas de la pieza. Van asociados a sus correspondientes matrices. Es importante a considerar el retroceso elástico de la pieza, ya que tiende a volver de nuevo a su forma original. Para solucionar este problema se dobla un ángulo mayor del deseado, o bien se incluyen posteriormente herramientas de calibrado.

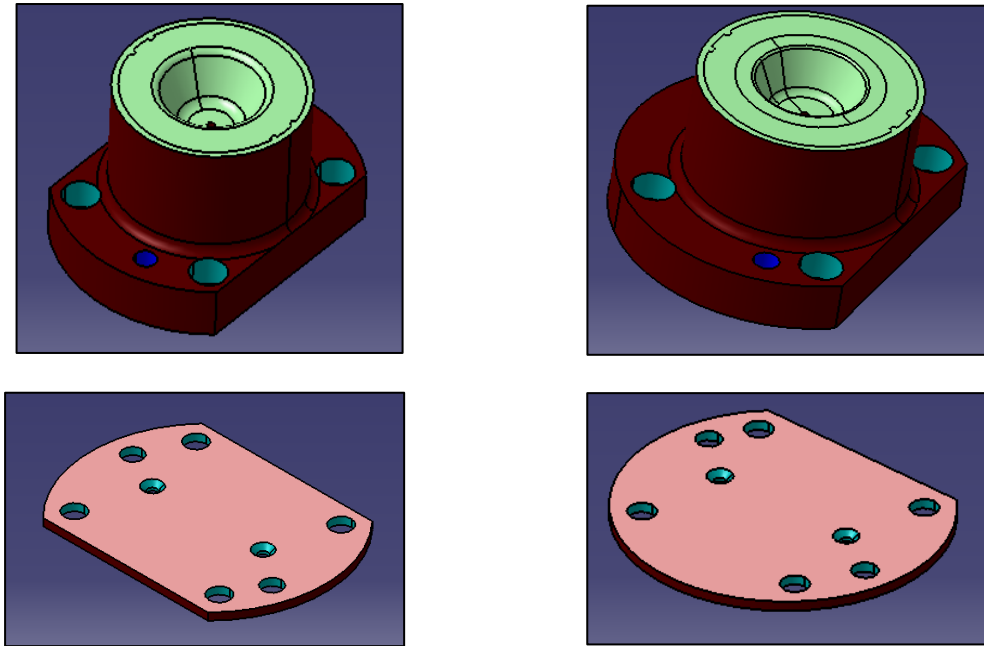


Figura 51. Matrices de doblado y calas

13.3.2.9. Machos de corte y doblado

Tienen por objeto realizar las máximas transformaciones en la lámina (cortar, doblar, embutir, acuñar, extrusionar), a fin de obtener piezas con una calidad acorde a las medidas requeridas. El troquel lleva montado en su interior un gran número de ellos, algunos iguales o totalmente diferentes según la función que desempeñen. Deben estar perfectamente diseñados y mecanizados, muy bien sujetos, acorde a las dimensiones requeridas, con excelentes acabados y un adecuado tratamiento térmico de endurecido. Para los punzones de corte se emplean materiales de alta resistencia al desgaste y con muy buena conservación del filo, SAE/AISI: D6 o D3 que pueden alcanzar una dureza de 62-64 HRc. Por su parte, según recomienda el Centro Tecnológico Ascamm de España, para doblado se debe usar aceros con contenido de níquel, materiales que tienen una alta resistencia al impacto, alta penetración y una dureza superior a 65 HRc.

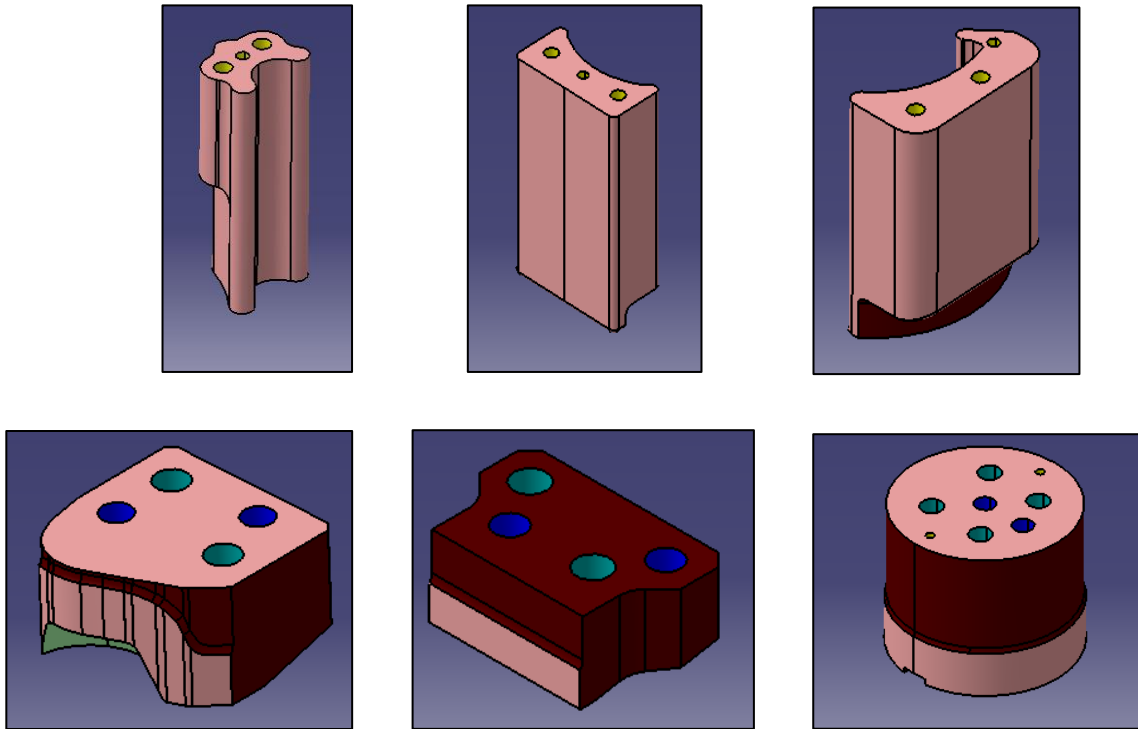


Figura 52. Machos de corte y doblado

13.3.2.10. Pilotos centradores

Son elementos que sirven para centrar los troqueles con la lámina y garantizar un desplazamiento correcto entre cada uno de los pasos que realiza la banda. De no ser así se podrían perder los puntos de referencia en común que tendrían las diversas transformaciones y con ello generar desplazamientos del material que ocasionarían irregularidades o defectos en las piezas troqueladas. Van montados en la placa porta punzones y ajustan en agujeros de la lámina, previamente hechos, para centrarla o pilotarla, antes que los punzones hagan su trabajo.

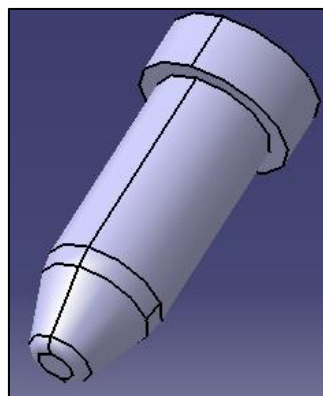


Figura 53. Pilotos centradores

13.3.2.11. Suplemento superior

Durante el movimiento descendente del troquel, las placas presionan la placa inferior dejándola inmobilizada antes de que los punzones lleguen a tocarla y mientras penetran el material y lo transforman. Una vez cortada la lámina, la función de la placa es mantener la pieza bien sujeta hasta que los punzones hayan salido de ella, de lo contrario, los punzones la arrastrarían hacia arriba sujeta a ellos, con el riesgo de rotura. Están fabricados en acero ST37.

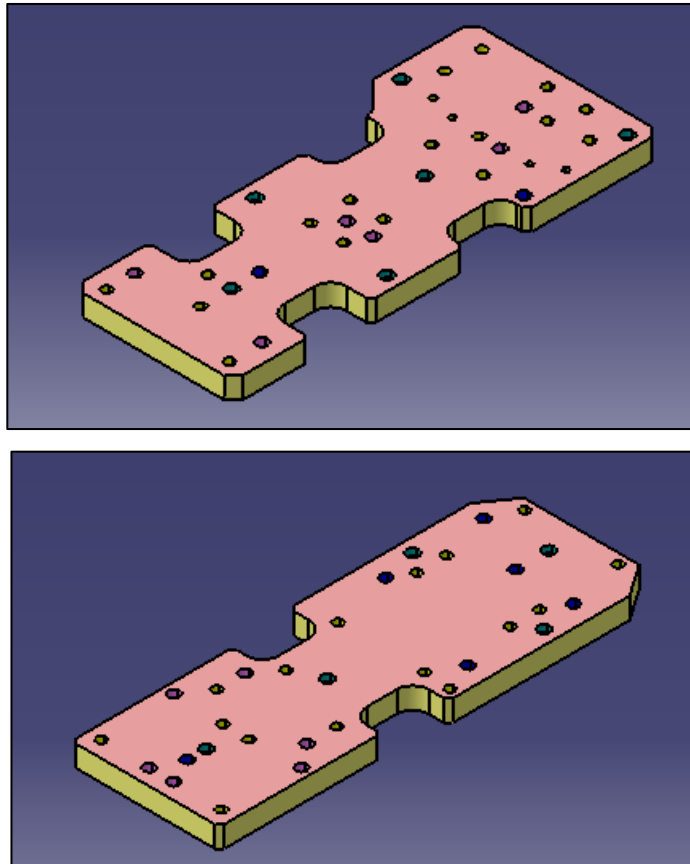


Figura 54. Suplementos superiores

13.3.2.12. Suplemento amarre

Pieza diseñada en acero C15 con la misión de sujetar y alojar sobre la placa pisadora central 7 cilindros tipo CT-1500-38 que absorberán las fuerzas ejercidas en el descenso de la placa mientras se produce la embutición de la chapa de acero.

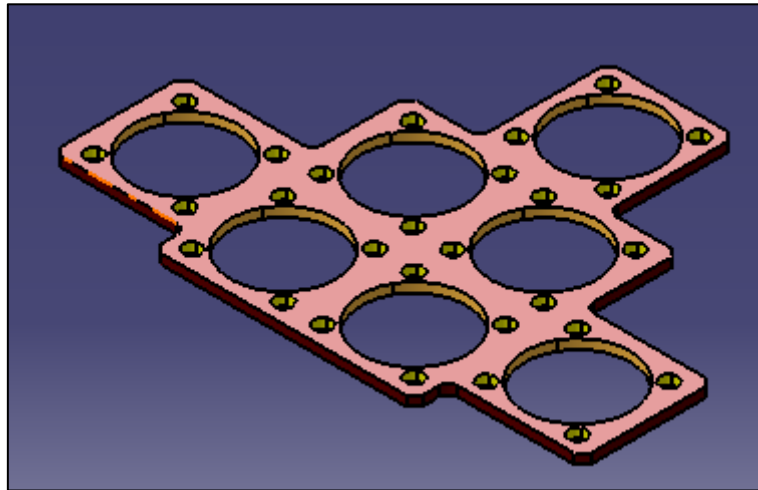


Figura 55. Suplemento amarre

13.3.2.13. Pisadores

Tienen la función de guiar los punzones y facilitar la extracción de la chapa, así como la de mantener la chapa totalmente plana y sujeta durante los trabajos de transformación. Con estas premisas se evita el pandeo de los punzones y las posibles ondulaciones de la banda de la chapa.

El pisado de la chapa se realiza gracias a los muelles situados entre la placa guiapunzones y la placa portapunzones. Al descender la parte móvil del utillaje, la placa pisadora cede y sujeta la chapa mientras trabajan los punzones. En el instante que el cabezal inicia su carrera de ascenso, la placa pisadora deja de hacer presión sobre la chapa, liberándola hasta que se produce el siguiente ciclo. La placa pisadora es de acero ST37. Se han mecanizado los perímetros de corte donde se alojan varios agujeros que unen la placa pisadora con la placa guiapunzones.

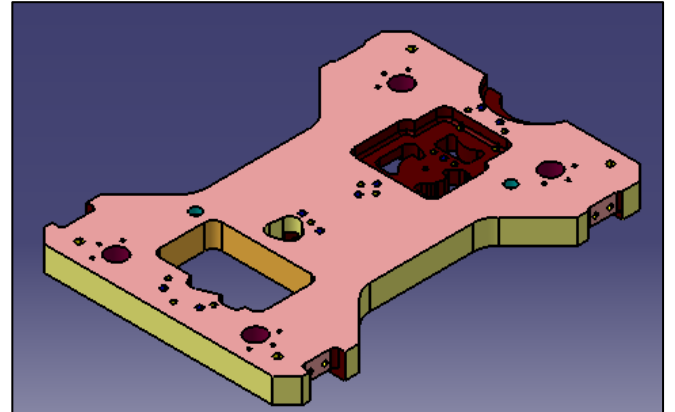
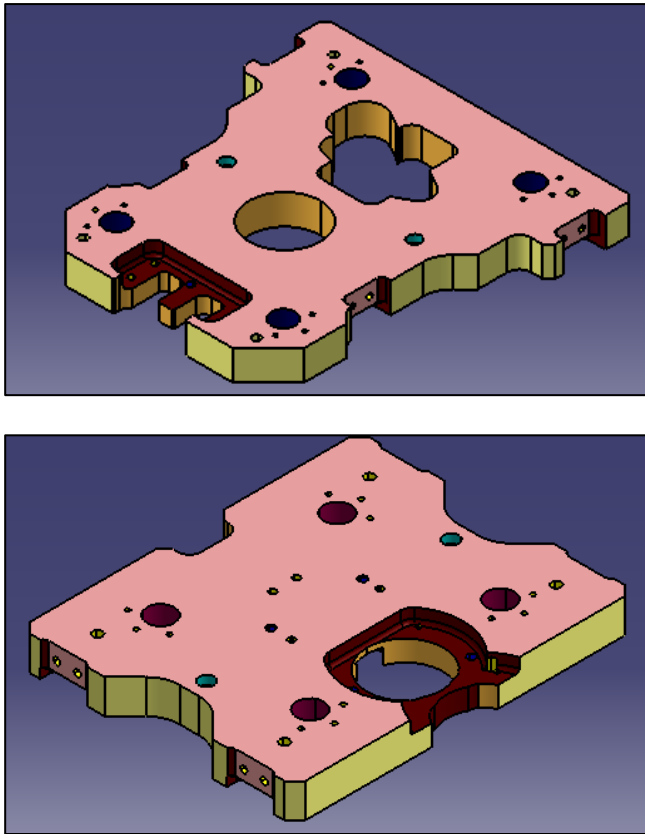


Figura 56. Pisadores

14. Normalizados

A pesar de aplicar diferentes procedimientos de mecanizado por control numérico, los procesos de construcción de las matrices, se basan en métodos de fabricación de pieza única, aunque, algunos de los elementos que forman parte del utillaje son comunes a la mayoría de ellos. La homologación de estos componentes tiene grandes ventajas que repercuten de manera notoria en el desarrollo de las fases del proceso productivo, de manera, que ofrecen la posibilidad de contar desde el comienzo con estos elementos normalizados.

Los empleos de estos productos normalizados representan una simplificación en cuanto a disponibilidad y almacenaje de las herramientas de trabajo, con su consiguiente ahorro económico, ya que no se requiere de herramientas especiales para la ejecución de ciertas operaciones que sí lo exigen otras piezas. Para la construcción y funcionamiento del troquel se requiere de una gran variedad de componentes complementarios como bujes, sujetadores, tornillos de fijación, tornillos de apriete, pernos, sistemas de amarre y bridas de sujeción, entre otros.

La especialización de los fabricantes de productos normalizados permite obtener productos de mayor calidad, a menor precio y en reducido plazo de entrega. En cuanto al mantenimiento, el uso de elementos normalizados reduce los costes y minimiza de forma considerable los tiempos muertos de máquina, pudiéndose prever el aprovisionamiento de recambios cuando todavía está en funcionamiento la línea de producción.

Los elementos normalizados pueden ser clasificados según el cometido que desempeñan:

- Elementos de soporte y sujeción
- Elementos de guía y deslizamiento
- Elementos de rodadura
- Elementos de fijación
- Elementos activos
- Elementos elásticos
- Elementos de transporte

14.1. Columnas guía

Las columnas guía son piezas cilíndricas que forman parte del sistema de guiado y alineado de un utillaje. De dimensiones robustas, estos elementos aseguran una perfecta alineación de la parte móvil respecto a la parte fija del útil.

Las columnas estarán clavadas en la placa base inferior. Las columnas escogidas para el diseño de la matriz son del tipo columna lisa G3 de la empresa VAP, que son de acero 1.7264 y tienen una dureza 60-62 HRc.

14.2. Muelles

Los muelles utilizados son de tipo helicoidal, trabajan a compresión y tienen su principal aplicación en el pisado de la chapa. También se utilizan para trabajo de extracción de la chapa, los muelles escogidos son 10 muelles DIN 17225 A38x50 de la empresa INMAC/SA. Estos muelles son de acero al cromo vanadio y tienen una constante k de 586 N/mm.

14.3. Topes guía

Son unos tornillos que se utilizan como guía de los elementos elásticos de la matriz para reducir la torcedura de los muelles durante su flexión. A la vez, cuando la matriz está abierta, son los elementos responsables de mantener la parte móvil del utillaje formando un solo bloque.

Se necesitan 8 topes guía, que serán del tipo Modelo TGM M18x60 de la empresa INMAC/SA.

Estos topes guía son de acero aleado y tienen una dureza de 48-50 HRc.

14.4. Pasadores

Son unas columnillas cilíndricas que tienen como misión posicionar los distintos elementos sobre los que van montados, dentro de un agujero escariado y ajustados a presión.

Se utilizarán 14 pasadores DIN 6325 (4 Ø12x80, 4 Ø10x36 y 4 Ø16x84) de acero aleado indeformable templado con dureza 62-64 HRc.

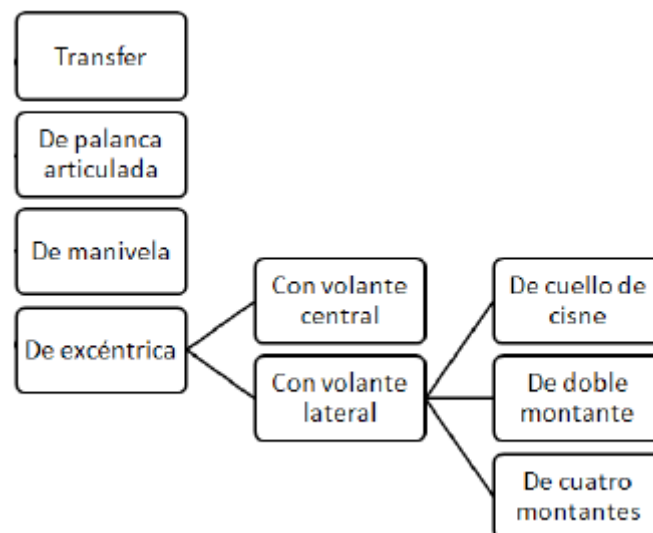
15. Elección de la prensa

Aunque el principal protagonista del proceso es la matriz, no funciona como un elemento mecánico autónomo, sino que va montada sobre una prensa. Tras colocar la chapa sobre la matriz, la prensa le imprime un movimiento vertical alternativo durante el cual, el utillaje, corta, embute y dobla la chapa según la geometría de la pieza diseñada. Una vez que la chapa ha sido cortada, se evacua a un contenedor apropiado. La repetición de este ciclo de trabajo determina la cadencia de trabajo del proceso.

Es una máquina especialmente diseñada para proporcionar un esfuerzo de presión sobre la matriz.

En este caso, se ha escogido un tipo de prensa de accionamiento mecánico. Su versatilidad, sencillez y rápida cadencia de trabajo hacen de esta máquina un modelo ideal para el procesado de esta pieza de pequeño tamaño.

Desarrollan un esfuerzo a partir de la energía mecánica proporcionada por un volante de inercia en giro continuo, que recibe su movimiento de un motor eléctrico y que transforma en un movimiento vertical rectilíneo alternativo del cabezal. En la tabla siguiente se puede ver la clasificación general de las prensas de accionamiento mecánico.



La prensa ha de realizar una fuerza de 380 t, por lo que las prensas con volante lateral, que tienen el árbol de transmisión con dos puntos de apoyo sobre la bancada y son capaces de desarrollar mayores esfuerzos, son las más adecuadas.

De las prensas con volante lateral, las de doble montante y las de 4 montantes, que son más robustas que las de cuello de cisne, son las recomendadas para el procesamiento de la chapa mediante matriz progresiva, ya que el acceso a la zona operativa de la máquina es bastante limitado, lo que mejora la seguridad de los operarios que puedan estar por la zona.



Figura 57. Prensa de doble montante

ANEXOS

Troquel progresivo de estampación para industria de automoción

17040-803G

AUTOR: Omar Sáenz Magaña



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Firma el presente documento:

Omar Sáenz Magaña

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Logroño, 29 de julio de 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ANEXOS

ANEXO 01: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS

1.	Cálculos generales de fuerza	4
1.1.	Proceso de corte o punzonado	4
1.1.1.	Dimensión mínima pieza troquelada	8
1.1.2.	Esfuerzo de corte.....	8
1.1.3.	Trabajo de corte.....	9
1.1.5.	Determinación de la fuerza de expulsión de los punzones.....	10
1.1.6.	Fuerza de corte o punzonado agujero interno	11
1.2.	Fuerzas producidas en el doblado.....	12
1.2.1.	Ángulo de doblado.....	13
1.2.2.	Altura punzón doblado.....	15
1.3.	Fuerza de embutición	15
1.3.1.	Velocidad de embutición	17
2.	Holgura entre punzón y matriz	17
2.1.	Juego entre punzón y matriz	18
3.	Márgenes de separación.....	20
4.	Resistencia a pandeo de los punzones	21
5.	Rendimiento de la banda	22
6.	Cálculo y elección de los muelles	23

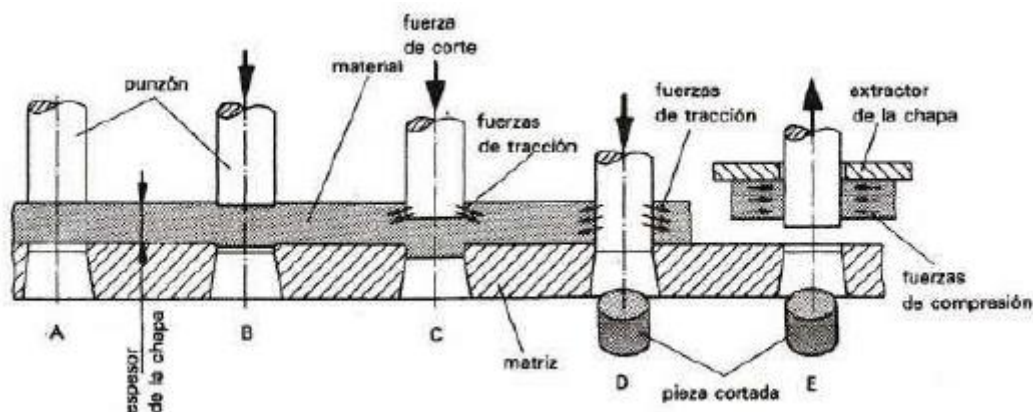
ANEXO 01.

CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS

1. Cálculos generales de fuerza

1.1. Proceso de corte o punzonado

El punzón desciende y ejerce una presión continua sobre la chapa de acero. De forma opuesta se ejerce la fuerza de reacción propia del material, hasta que el esfuerzo de compresión originado por el punzón es superior a la resistencia mecánica del material. En ese momento, la pieza cede, obteniendo por el lado opuesto al punzón el resto de material cortado. El material sufre antes de ser cortado una deformación elástica, pues las fibras tienden a estirarse conforme el punzón avanza. Al rebasar este límite, las fibras son cortadas por cizalladura y la pieza experimenta una rápida recuperación elástica quedando adaptada al agujero de la matriz. El punzón retrocede y sale de la pieza, obteniendo así la pieza deseada.



La figura muestra el proceso y fuerzas que se desarrollan en el corte de la pieza.

A: preparación de la banda

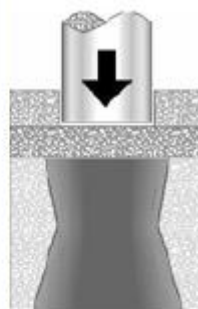
B: inicio de corte

C: descenso del punzón sobre las fibras de la chapa

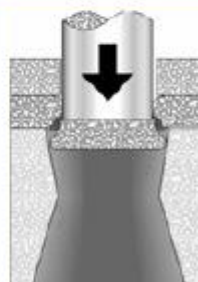
D: pieza cortada

E: expulsión de la chapa

1) El material es sujetado firmemente antes que el punzón se ponga en contacto.



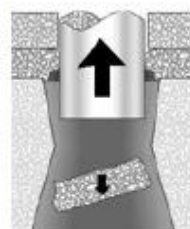
2) El punzón penetra la chapa originando la fractura del material.



3) El punzón corta totalmente la pieza.



4) El retal cae por el lado opuesto y el punzón sube.



Para realizar adecuadamente el proceso de punzonado debe existir una relación mínima entre el diámetro de la pieza cortada, y el espesor del material. Esta relación es D/s , entre el espesor y el diámetro debe ser igual a 1,2, para elementos de acero.

Espesor chapa $\leq 3 \text{ mm}$	$Juego = c \cdot s \sqrt{\tau_B}$	C: coeficiente que depende del material s: espesor de la chapa τ_B : resistencia al cizallamiento
Espesor chapa $> 3 \text{ mm}$	$Juego = (1,5 c \cdot s - 0,015) \sqrt{\tau_B}$	

Se ha estimado que el juego necesario no debe ser mayor a 0,1.

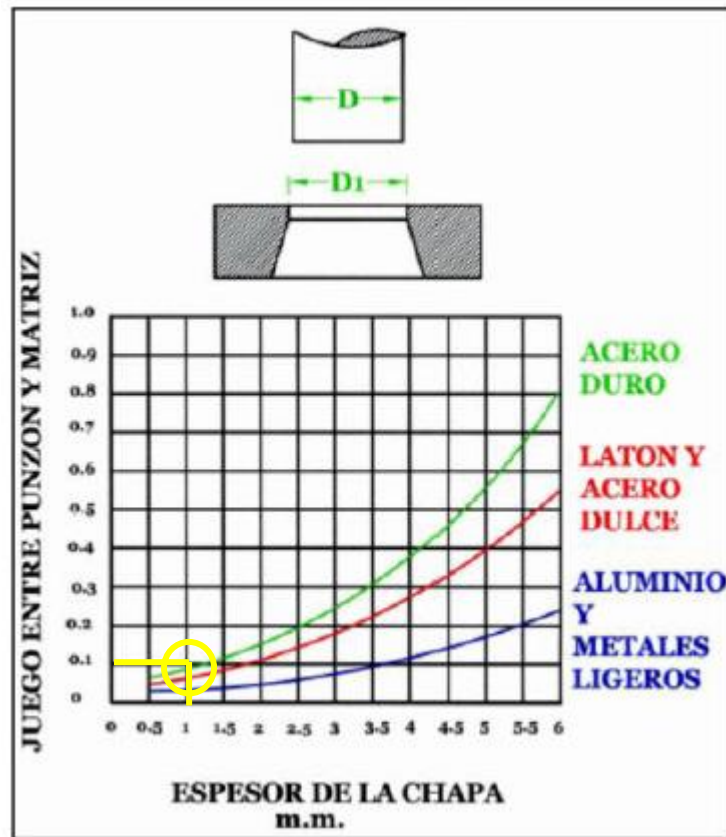


Ilustración 1. Forma de determinar gráficamente el juego entre punzón y matriz (Rossi 1971).

La lámina, para que pueda ser cortada con punzón de acero templado, debe tener un espesor menor o igual al diámetro del punzón

Valores mínimos del material que debe quedar alrededor del recorte en láminas de acero (mm):

No. Calibre	Valor mínimo (mm)
30	1.2
28	1.1
26	1
24	1
22	1.2
20	1.3
18	1.6
16	1.8
14	2.3
12	2.8

Especificación de calibres de láminas:

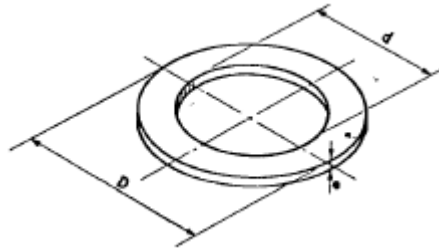
No. Calibre	Espesor de lámina en pulg.	Espesor de lámina en mm.
3	0.2391	6.07
4	0.2242	5.69
5	0.2092	5.29
6	0.1943	4.93
7	0.1793	4.55
8	0.1644	4.17
9	0.1495	3.79
10	0.1345	3.41
11	0.1196	3.03
12	0.1046	2.65
13	0.0897	2.27
14	0.0747	1.89
15	0.0673	1.71
16	0.0598	1.51
17	0.0538	1.36
18	0.0478	1.21
19	0.0418	1.06

No. Calibre	Espesor de lámina en pulg.	Espesor de lámina en mm.
20	0.0359	0.91
21	0.0329	0.83
22	0.0299	0.76
23	0.0269	0.68
24	0.0239	0.60
25	0.0209	0.53
26	0.0179	0.45
27	0.0164	0.41
28	0.0149	0.37
29	0.0135	0.34
30	0.0120	0.30
31	0.0105	0.26
32	0.0097	0.24
33	0.0090	0.22
34	0.0082	0.20
35	0.0075	0.19
36	0.0067	0.17
37	0.0064	0.16
38	0.0060	0.15

En el trazado se ha operado de modo que se derroche la menor cantidad posible de material. Es indispensable que el sentido de las fibras en el material trazado sea el correcto, para favorecer la elaboración del mismo sin disminuir la resistencia. Las fibras van dispuestas según la dimensión mayor y, así, es fácil establecer su sentido.

Para conseguir perfiles exactos y limpios, habrá que observar las dos reglas siguientes:

1. Para el corte de perfil exterior, la medida de la matriz será la medida de la pieza. (Ej. D)
2. Para el corte de perfil interior, la medida del punzón será la medida del agujero. (Ej. D)



Los esfuerzos que se presentan en el corte son:

- Esfuerzo de corte
- Trabajo de corte
- Esfuerzo de extracción
- Esfuerzo de expulsión

1.1.1. Dimensión mínima pieza troquelada

El diámetro máximo que puede troquelarse en cualquier chapa viene limitado por la potencia y las dimensiones de la prensa con que ha de realizarse el trabajo. En cambio, el diámetro mínimo depende del material y del espesor de la chapa.

El diámetro mínimo que puede troquelarse en una chapa de acero al carbono dulce viene dado por:

$$D_{\min} = 0,8 \cdot e$$

En este caso el espesor es 1 mm, por lo que no existe ningún problema para dichos trabajos.

1.1.2. Esfuerzo de corte

El esfuerzo necesario para efectuar un corte depende del material que se vaya a cortar, de las dimensiones de la pieza y del espesor de la chapa.

La fuerza de corte es igual al perímetro de corte multiplicado por el espesor de la banda de chapa y por la resistencia a la cizalladura del material de la chapa.

$$F_c = P \cdot e \cdot R$$

Donde:

$R = 32 \text{ kp/mm}^2$ (resistencia a la cizalladura)

$P = A = \pi \cdot d_{\text{punzon}}$ (perímetro del punzón)

$e = 1 \text{ mm}$ (espesor de la chapa)

a) Punzones taladros de posicionamiento

$$F_c=1457,38 \text{ (kp/mm)}$$

b) Punzones interiores

$$F_c=15634,27 \text{ (kp/mm)}$$

c) Punzones exteriores

$$F_c=8056,56 \text{ (kp/mm)}$$

Se suman las fuerzas de corte que se producen en los distintos punzones para obtener una fuerza total de corte de:

$$F_c=25148,21 \text{ (kp)}$$

1.1.3.Trabajo de corte

Se denomina trabajo de corte al producto de una fuerza por el camino recorrido

$$T_c=F_c \cdot e$$

d) Punzones taladros de posicionamiento

$$T_c=1457,38 \text{ (kp/mm)} \cdot 1\text{mm}=1457,38 \text{ (kp/mm)}$$

e) Punzones interiores

$$F_c=15634,27 \text{ (kp/mm)} \cdot 1\text{mm}=15634,27 \text{ (kp/mm)}$$

f) Punzones exteriores

$$F_c=8056,56 \text{ (kp/mm)} \cdot 1\text{mm}=8056,56 \text{ (kp/mm)}$$

El trabajo de corte total es la suma de los trabajos de corte de cada punzón:

$$F_c = 25148,21 \text{ (kp)}$$

1.1.4. Fuerza de extracción del punzón

Es la fuerza que se necesita para separar el recorte de la pieza que queda sujeta a los punzones. En los trabajos de corte, el punzón arrastra en la carrera de retroceso la tira en la que ha penetrado, quedando está sujeta al punzón. Esta sujeción es más fuerte cuanto mayor es la sección cizallada y cuanto mayor sea la cantidad de material sobrante alrededor de la pieza cortada.

La fuerza de extracción del punzón es aproximadamente un 10% de la fuerza de corte:

g) Punzones taladros de posicionamiento

$$T_c = 145,738 \text{ (kp)}$$

h) Punzones interiores

$$F_c = 1563,427 \text{ (kp)}$$

i) Punzones exteriores

$$F_c = 805,656 \text{ (kp)}$$

Sumando todas las fuerzas de extracción de cada uno de los punzones se obtiene una fuerza total de extracción de:

$$F_e = 2514,821 \text{ kp}$$

1.1.5. Determinación de la fuerza de expulsión de los punzones

Es el esfuerzo necesario que hay que ejercer para que salga la pieza de la parte inferior de la matriz. Es aproximadamente un 1,5% de la fuerza de corte:

j) Punzones taladros de posicionamiento

$$T_c = 21,86 \text{ (kp)}$$

k) Punzones interiores

$$F_c = 234,51 \text{ (kp)}$$

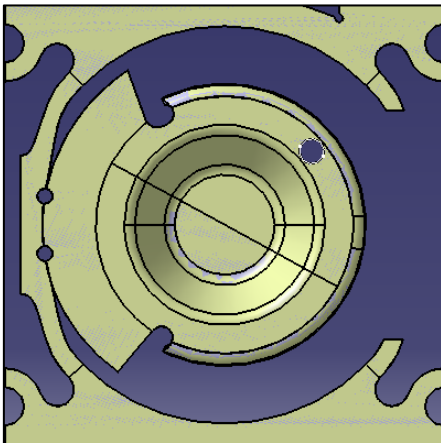
l) Punzones exteriores

$$F_c = 120,84 \text{ (kp)}$$

Sumando todas las fuerzas de expulsión se obtiene una fuerza total de:

$$F_{exp} = 377,21 \text{ kp}$$

1.1.6. Fuerza de corte o punzonado agujero interno



Fuerza necesaria para el corte:

P: perímetro de la figura (mm)

S: espesor de la lámina (mm)

Q: fuerza de corte

σ_R : esfuerzo de rotura del material por tensión
(N/mm²)

σ_T : esfuerzo de rotura del material por corte
(N/mm²)

$$Q = P \cdot S \cdot \sigma_T$$

Considerando el coeficiente de rozamiento entre el punzón y la banda:

$$Q' = 1.2 \cdot Q$$

Para el material, de tablas: $\sigma_T = 548,8 \text{ N/mm}^2$

$$P = \pi \cdot d = \pi \cdot 40 = 125,66 \text{ mm}$$

Por lo tanto:

$$Q = 125,66 \cdot 1 \cdot 548,8 = 7000 \text{ kN} = 70 \text{ N}$$

$$Q' = 1.2 \cdot Q = 1.2 \cdot 70 = 84 \text{ N aprox. 9t}$$

Material	Resistencia a la rotura por tensión (N/mm ²)		Resistencia al corte (N/mm ²)	
	Recocido	Crudo	Recocido	Crudo
Acero lamin. con 0.1% de C	303.8	392	245	313.6
Acero lamin. con 0.2% de C	392	490	313.6	392
Acero lamin. con 0.3% de C	431.2	588	343	470.4
Acero lamin. con 0.4% de C	548.8	686	441	548.8
Acero lamin. con 0.6% de C	686	882	548.8	705.6
Acero lamin. con 0.8% de C	882	1078	705.6	882
Acero lamin. con 1.0% de C	980	1274	784	1029
Acero lamin. acero inoxidable	637	735	509.6	588
Acero lamin. al silicio	548.8	686	441	548.8
Aluminio	73.5-88.2	156.8-176.4	58.8-68.8	127.4-147
Anticorodal	107.8-127.4	313.6-352.8	88.2-98	245-284.2
Avional (duraluminio)	156.8-196	372.4-441	127.4-156.8	294-352.8
Aluminio lam.en aleac.(siluminio)	117.6-147	245	98-117.6	196
Alpaca laminada	343-441	548.8-568.4	274.4-352.8	441-450.8
Bronce	392-490	490-735	313.6-392	392-588
Cinc	147	245	117.6	196
Cobre	215.6-264.7	303.8-362.6	176.4-215.6	245-294
Estaño	39.2-50	-	29.4-39.2	-
Fibra	-	-	166.6	-
Latón	274.4-362.	431.2-490	215.6-294	343-392
Oro	-	-	176.4	294
Plata laminada	284.2	284.2	230.3	230.3
Plomo	24.5-39.2	-	19.6-29.4	-

Ilustración 2. Resistencia a la tensión y al corte

1.2. Fuerzas producidas en el doblado

El doblado consiste en hacer que la chapa forme dos o más planos separados en ángulos vivos.

Para las operaciones de doblado es necesario tener en cuenta:

- El radio de curvatura
- La elasticidad del material

Como radio de doblado se entienden aquellos radios del punzón o de la matriz que atacan directamente la superficie de la chapa hasta doblarla. Los otros radios siempre serán los interiores de la pieza que necesariamente estarán indicados en el plano.

A continuación, se explica por qué al realizar doblados de piezas donde el radio del punzón ataca directamente sobre la pieza es muy importante que ambas medidas sean las apropiadas para facilitar el doblado de la pieza sin dejar marcas en su superficie. Las causas de estas posibles marcas se deben a la resistencia que opone la chapa para ser doblada y en consecuencia el radio se clava sobre su superficie provocando el recalcado del material en el punto de

contacto de ambos elementos. Ello, origina una hendidura de pequeñas dimensiones pero que afecta a la calidad de la pieza.



El problema es más apreciable cuanto mayor sea el radio y mayor el espesor de la chapa, la explicación está en que la resistencia del material es cada vez mayor y en consecuencia el radio tiene más tendencia a clavarse sobre la pieza. En caso de que el punzón tenga un radio adecuadamente diseñado, se verá como el problema queda anulado sin que se aprecien marcas de doblado sobre la superficie.

Para las chapas de espesores entre 1 mm y 2 mm, como en este caso, es aconsejable que el radio del punzón sea como mínimo 2 veces el espesor de la chapa. Es decir, que el radio de doblado será de:

$$R_{\text{doblado}} = 2 \text{ mm}$$

1.2.1. Ángulo de doblado

Una de las principales propiedades mecánicas de los metales es la elasticidad, en virtud de la cual un material metálico experimenta una deformación cuando actúa sobre el mismo una determinada fuerza. Si la carga no sobrepasa el límite elástico del material, recuperará su forma primitiva en el momento en que cese el esfuerzo aplicado. Contrariamente, y en caso de que el límite elástico sea superado, el material entrará en una fase de deformación plástica según la cual la deformación conseguida permanecerá, aunque la fuerza deje de actuar sobre el material.

De todos modos, y aun teniendo en cuenta la deformación plástica adquirida, existe siempre un remanente elástico por el que cualquier pieza sometida a un proceso de doblado tiene tendencia a recuperar ligeramente su forma original

El ángulo de doblado será igual al ángulo deseado en la pieza más el ángulo de recuperación.

Para calcular el ángulo de doblado se aplica:

$$\text{Ángulo de doblado} = \frac{\text{Ángulo deseado en pieza}}{k}$$

Donde:

Ángulo deseado=20°

K=0,87 (factor que depende de la resistencia del material)

Ángulo de doblado = 23°

La fórmula para sacar la fuerza de doblado necesaria es:

$$P = \frac{b \cdot \sigma_d \cdot s}{3} \quad \text{siendo:}$$

σ_d =coeficiente aplicable para obtener la cesión y la deformación permanente, así como el pretensado del fondo.

$\sigma_d = 2 \cdot \sigma_R$ (coeficiente de rotura a tracción) = 80 kg/mm²

b=ancho de la tira. En este caso $\pi \cdot D/2$

s=espesor de la chapa=0,9 mm

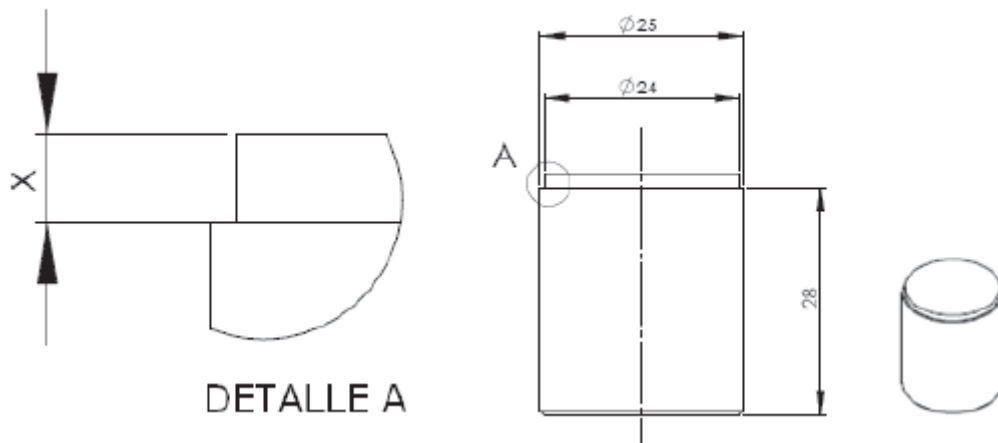
Con lo cual resulta una fuerza total de:

$$P = \frac{\pi \cdot \left(\frac{222 - 2 \cdot 1}{2} \right) \cdot 80 \cdot 0,9}{3} + 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot \left(\frac{17 + 2 \cdot 1}{2} \right) \cdot 80 \cdot 1}{3} \right) = 9712 \text{ kp}$$

1.2.2. Altura punzón doblado

Para conseguir un correcto doblado de las pestañas, se ha concluido ángulo necesario de doblado. A continuación, se calcula la altura del punzón para realizar el doblado de las pestañas.

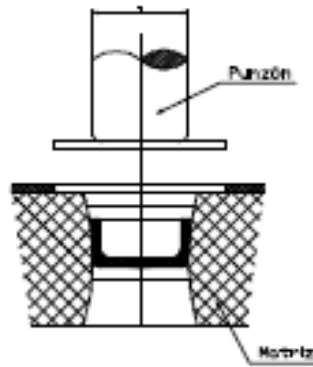
El punzón para realizar el doblado se encuentra alojado en la placa porta matrices, esta tiene una altura de 28 mm.



El punzón tendrá una altura de 28 mm más la altura que asome de la placa porta matrices que será la que permita realizar el doblado con ese ángulo. Con lo cual, se le ha dado al punzón una altura de 30,23 mm.

1.3. Fuerza de embutición

La fuerza de embutición crece con rapidez al iniciarse la carrera del punzón, y alcanza su valor máximo a una profundidad igual a la suma del radio de la arista de la matriz más la arista del radio del punzón. La causa de que la fuerza de embutición sea máxima al inicio de esta, es debido a que es al iniciarse la operación cuando la relación de embutición es máxima. En dicha operación no se debe modificar el espesor de la lámina, aunque en la práctica esto no sea totalmente cierto, ya que se produce una ligera disminución prácticamente imperceptible.



Los factores de los que depende directamente la fuerza de embutición son:

- La relación de embutición.
- El diámetro del punzón.
- El espesor de la chapa.
- La resistencia media al cambio de forma.
- La fuerza de operaciones de embutición anteriores, si las hubiera.

Hay otros factores que influyen en la fuerza de embutición, pero lo hacen de manera despreciable:

- Holguras de embutición.
- Redondeado de las aristas.
- Presión del pisón sujetador de la chapa.
- Lubricación: El troquel se debe lubricar para dar mayor fluidez al material y proteger las partes contra el rozamiento.
- Velocidad de embutición.

El cálculo de la fuerza de embutición para la primera embutición de un cuerpo cilíndrico, en kp, se va a realizar mediante la fórmula de Siebel simplificada:

$$P = 5 \cdot d \cdot s \cdot k \cdot \ln \beta_1$$

Siendo:

- $d_{\text{punzón}}$: el diámetro del punzón en mm.
- β_1 : la relación de embutición inicial.
- s : el espesor de la chapa, 1mm.
- k_{fm} : la resistencia media al cambio de forma en kg/mm². Esta sólo puede

calcularse mediante el gráfico mostrado en la Figura 88, donde depende de la relación de embutición, así como el tipo de acero con un 0,2 % C.

Con todo ello, la fuerza de embutición total se estima en unos 25000 (kp)

1.3.1. Velocidad de embutición

Es la velocidad que debe llevar la mesa de la prensa en el momento de entrar el punzón en contacto con el material, es decir justo en el momento en el que empieza la embutición. La prensa que se utilizará para embutir la pieza, los datos, corresponden a un ángulo de manivela de 75°. Para obtener la velocidad de embutición de una prensa de manivela, se hace a partir del número de giros admisible en el eje de la manivela. Se ha determinado que es de aproximadamente 10 giros por minuto.

Según el ángulo de la manivela desde el punto muerto inferior o hacia el punto muerto superior, se obtiene la velocidad de la prensa, partiendo del radio de la manivela.

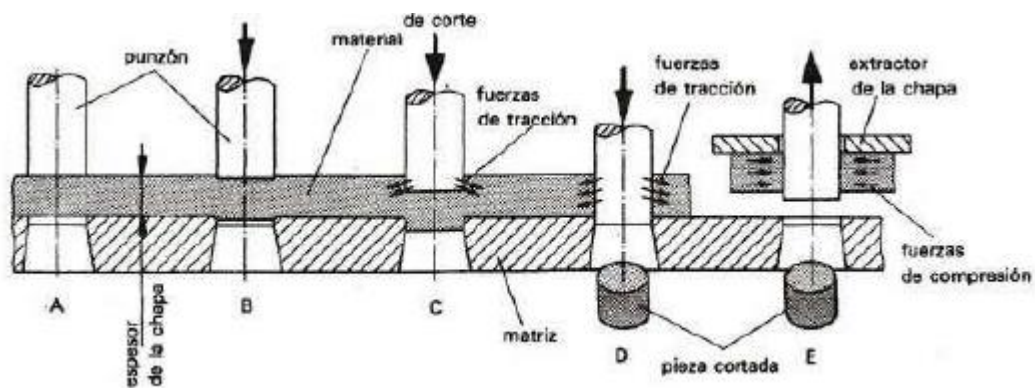
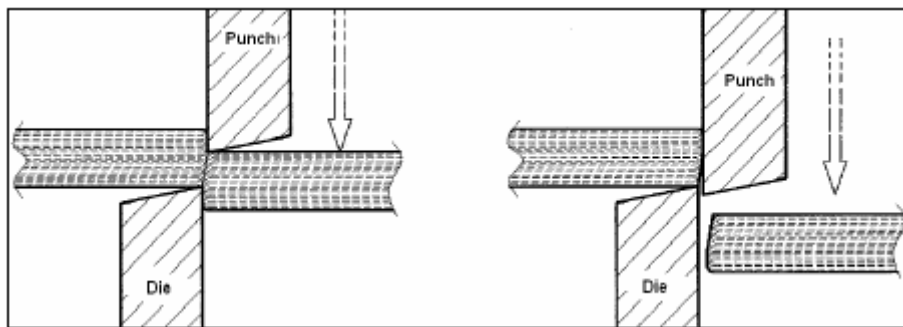
$$v = \frac{2\pi r n \sin \alpha}{60}$$

Resulta una velocidad de embutición $V_{\max} = 0,05 \cdot h \cdot n = 0,05 \cdot 400 \cdot 10 = 200$ mm/s

2. Holgura entre punzón y matriz

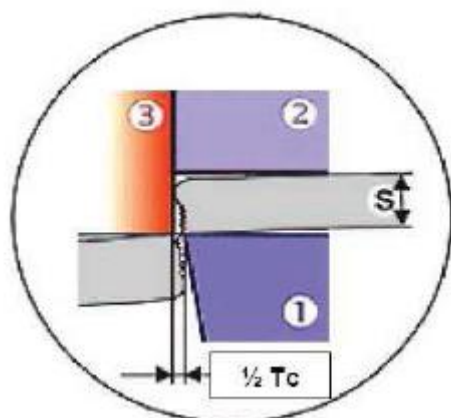
El proceso debe tener una correcta tolerancia de corte, ya que si no podría dar como resultado defectos en la pieza originando arranque de material y un desgaste inadecuado de la matriz y del punzón.

Juego recomendado en % del espesor del material	
Holgura mínima	15%
Holgura óptima	20-25%
Holgura máxima	30%



2.1. Juego entre punzón y matriz

Ha de existir un juego conveniente entre el punzón y la matriz para el buen funcionamiento, conservación, limpieza y calidad del corte. El juego se da para reducir en la medida de lo posible la presión requerida para el corte y dependerá del grosor de la chapa y del material.



Tolerancia de corte (T_c)	
Resistencia (Kg. mm ²)	Tolerancia
<20 kg. mm ²	$0.03 \cdot s$
<u>>20 a 40 kg. mm².</u>	<u>$0.05 \cdot s$</u>
>40 a 60 kg. mm ² .	$0.07 \cdot s$
>60 a 100 kg. mm ² .	$0.09 \cdot s$

Consultando la tabla 4, se deja un juego entre el punzón y la matriz de:

$J=0,05 \text{ mm}$

La tolerancia de corte se aplica en el punzón o en la matriz según sea un agujero o un perfil exterior lo que se desee cortar:

- Agujeros: La medida nominal se aplica en el punzón y en la matriz se aplica la tolerancia de corte.
- Perfil exterior: La medida nominal se aplica en la matriz y en el punzón se aplica la tolerancia de corte

3. Márgenes de separación

A consecuencia de los progresivos cortes que se realizan en la tira de chapa durante su matizado, ésta va quedando progresivamente vacía de material y en consecuencia carente de consistencia, por lo que, si no se dejan unos adecuados márgenes de unión entre la pieza y la tira, el avance de la chapa en la matriz se verá dificultado al doblarse y en consecuencia ocasionar pérdidas de paso o paros de máquina.

A continuación, se realizan los cálculos necesarios que indican las medidas mínimas que se consideran aceptables para dejar entre los cortes de piezas y los márgenes exteriores de la tira de chapa o bien entre cada pieza.

La separación óptima entre piezas puede calcularse aplicando la siguiente fórmula:

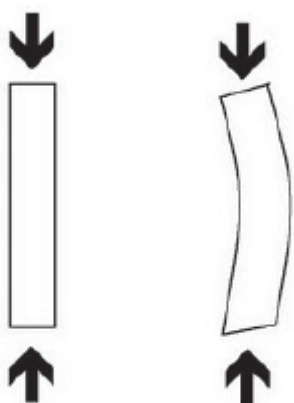
$$a=1,5 \cdot e=1,5 > 1 \text{ mm (separación mínima entre piezas en mm)}$$

Para calcular la separación entre pieza y borde se puede operar de igual modo. Esto permite hallar el ancho de fleje adecuado para cortar una serie de piezas:

$$b=1,5 \cdot e=1,5 \text{ (separación mínima entre pieza y borde en mm)}$$

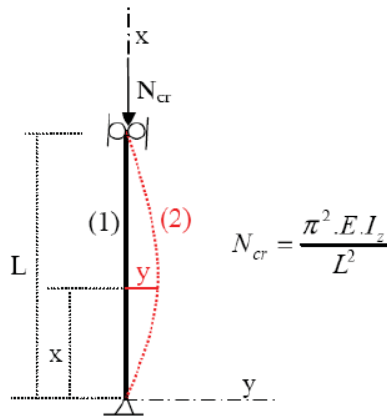
4. Resistencia a pandeo de los punzones

El pandeo es un fenómeno de inestabilidad elástica que puede darse en elementos comprimidos y que se manifiesta por la aparición de desplazamientos importantes transversales a la dirección principal de compresión. El análisis de la estabilidad de los sistemas elásticos permite establecer aquellos valores de las fuerzas exteriores para los que el equilibrio estable se convierte en inestable. Estas fuerzas reciben el nombre de fuerzas críticas.



Fenómeno de pandeo.

Los punzones están sometidos a un esfuerzo de pandeo igual a la fuerza de cizalladura que realizan:



Calculo de pandeo

Se deberá calcular su longitud máxima a pandeo aplicando la siguiente fórmula:

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E_{\text{acero}} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{punzón}}^4}{64}}{F_c}}$$

Donde:

$$E_{\text{acero}} = 210.000 \text{ N/mm}^2 = 21,407 \text{ kp/mm}^2$$

F_c = Fuerza de corte calculada anteriormente

Se calcula la longitud máxima que pueden tener los punzones que cortan la chapa. El punzón más crítico será el que realiza los taladros de posicionamiento porque es el más esbelto. Los demás estarán muy por encima del fallo a pandeo ya que no presentan una gran longitud con respecto a su sección.

Longitud máxima punzón posicionamiento: $L_{\max} = 145,6 \text{ mm} > L_{\text{punzon}}$

Diámetro mínimo de los punzones

El diámetro mínimo de los punzones ha de cumplir la siguiente fórmula:

$$D_{\min} = e \cdot \sqrt[3]{\frac{R}{35}}$$

Donde:

$R=32 \text{ kp/mm}^2$, resistencia a la cizalladura

$e=1 \text{ mm}$

Sustituyendo en la fórmula las variables por sus valores, se obtiene:

$D_{\text{minimo}}=1 \text{ mm}$ (igual o mayor que el espesor de la chapa)

5. Rendimiento de la banda

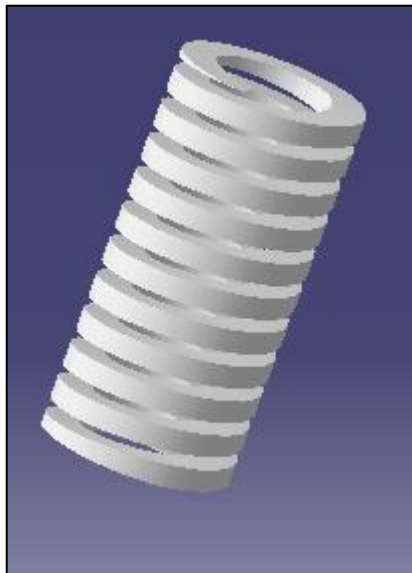
Es el parámetro que determina el grado de aprovechamiento del material. Es un factor muy importante por motivos económicos y medioambientales. Un mayor rendimiento se traduce en un mayor beneficio económico y un menor consumo de recursos energéticos y materia prima, así como un menor impacto ambiental

$\text{Rendimiento} = (\text{Área total piezas} / \text{Área banda}) \cdot 100$

$\text{Rendimiento} = 630 / 1368 = 46,05 \%$

Se ha obtenido un rendimiento del 46 %. Puede parecer un rendimiento bajo, pero hay que tener en cuenta que gran cantidad del material necesariamente se convierte en retal, ya que la superficie que se troquea es de tamaño parecido a la pieza que se obtiene.

6. Cálculo y elección de los muelles



Los muelles que mantienen unidas la placa portapunzones y la placa guía deben de ser capaces de comprimir los muelles inferiores de las guías de las bandas y los muelles de los casquillos de posicionamiento.

Se calcula la fuerza total que realizan los muelles inferiores:

$$F_{\text{muelles_inf}} = 625,83 \text{ kp}$$

El total de muelles utilizados en la parte inferior es de 42. Los muelles superiores que realizan la unión de la placa porta punzones y la placa guía deben soportar la fuerza de los muelles inferiores, la fuerza de los punzones que doblan las pestañas y la fuerza de extracción de los punzones, con lo cual, será igual a la suma de todos ellos:

$$F_{\text{muelles_sup}} = F_{\text{muelles_inf}} + F_{\text{punzones_doblado}} + F_{\text{extracción_punzones}}$$

$$F_{\text{muelles_sup}} = 625,83 + 2514,821 = 3140,651 \text{ kp}$$

Los muelles superiores tienen una precarga de 2 mm y un recorrido de 11 mm, lo que hace que la compresión de los muelles sea de 13 mm. Los muelles tienen que vencer la fuerza de 3140,651 kp.

La fuerza de un muelle es igual a la constante del muelle multiplicada por su desplazamiento:

$$F_{\text{muelle}} = k \cdot x$$

$$k = 4,9 \text{ N/mm}$$

Se escogen unos muelles INMACISA, con las siguientes características:

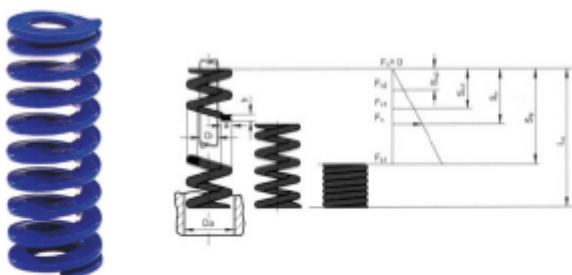
Modelo: Lamina

Material: Acero al cromo vanadio

Según DIN-17225 (SAE 6150)

IN 0,102 Kp
1 Kp 9,81 N

Forma de Pedido: Modelo



Diámetro del orificio	Diámetro de varilla	Longitud mm.	Modelo	Constante N/1 mm.	Deflexión máxima 50%		Deflexión normal 40%		Deflexión prolongada 25%		Deflexión al bloqueo aprox.	
					N	mm	N	mm	N	mm	N	mm
10	4,5	25	M-100	9,8	125	12,5	102	10	62	6,3	138	13,8
		32	M-100A	8,4	133	16	107	12,8	67	8	156	18,7
		38	M-101	6,7	129	19	102	15,2	62	9,5	151	23
		44	M-101A	6,0	133	22	107	17,6	67	11	160	26,7
		51	M-102	4,9	125	25,5	98	20,4	62	12,8	156	31,7
		64	M-103	4,2	133	32	107	25,6	67	16	169	40,2
		76	M-104	3,2	120	38	98	30,4	62	19	156	49
		305	M-105	1,1	160	152,5	129	122	80	76,3	214	202,2
Sección hilo	1 x 1,6	25	M-100	9,8	125	12,5	102	10	62	6,3	138	13,8
		32	M-100A	8,4	133	16	107	12,8	67	8	156	18,7
		38	M-101	6,7	129	19	102	15,2	62	9,5	151	23
		44	M-101A	6,0	133	22	107	17,6	67	11	160	26,7
		51	M-102	4,9	125	25,5	98	20,4	62	12,8	156	31,7
		64	M-103	4,2	133	32	107	25,6	67	16	169	40,2
		76	M-104	3,2	120	38	98	30,4	62	19	156	49
		305	M-105	1,1	160	152,5	129	122	80	76,3	214	202,2

PLANOS

**Troquel progresivo de estampación para
industria de automoción**

17040-803G

AUTOR: Omar Sáenz Magaña



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Firma el presente documento:

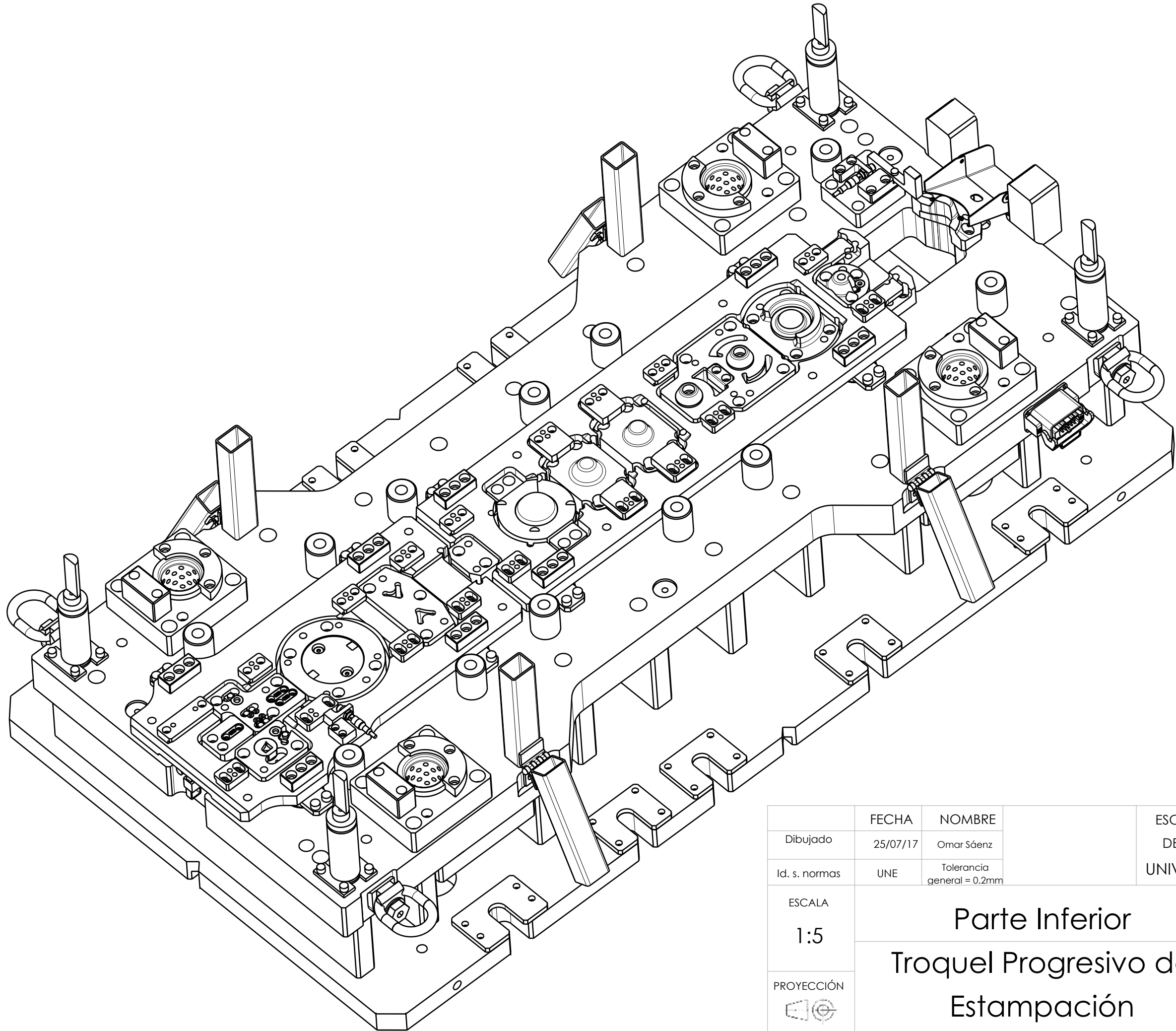
Omar Sáenz Magaña

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Logroño, 17 de marzo de 2017

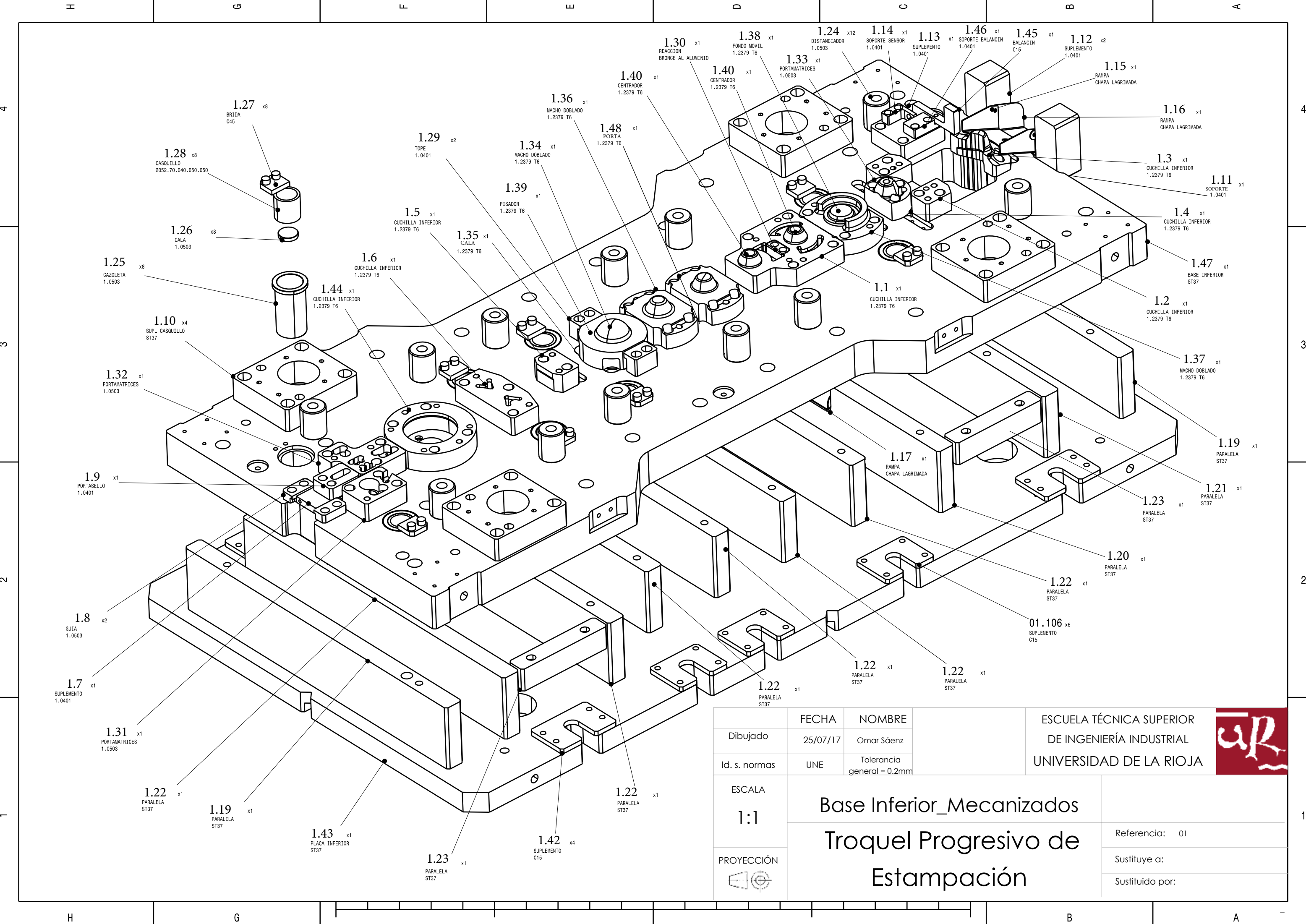
PLANOS

0.0 Parte inferior.....	6
0.1 Base inferior mecanizados.....	6
0.2 Base inferior normalizados.....	9
0.3 Parrillas y expulsor.....	9
0.4 Parte superior.....	6
0.5 Base superior mecanizados.....	9
0.6 Base superior normalizados.....	9
0.7 Pisadores.....	9
1.1.1 Rampas.....	6
1.1.2 Planta inferior.....	6
1.1.3 Planta superior.....	6
1.1.4 Secciones.....	6
1.1.5 Troquel abierto.....	6

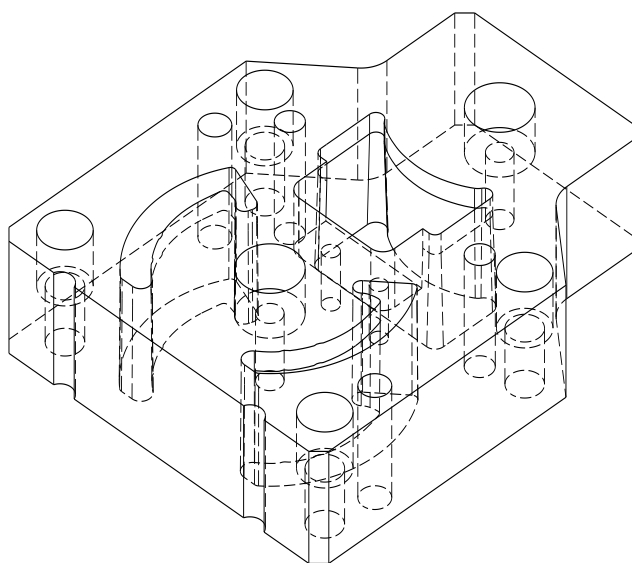
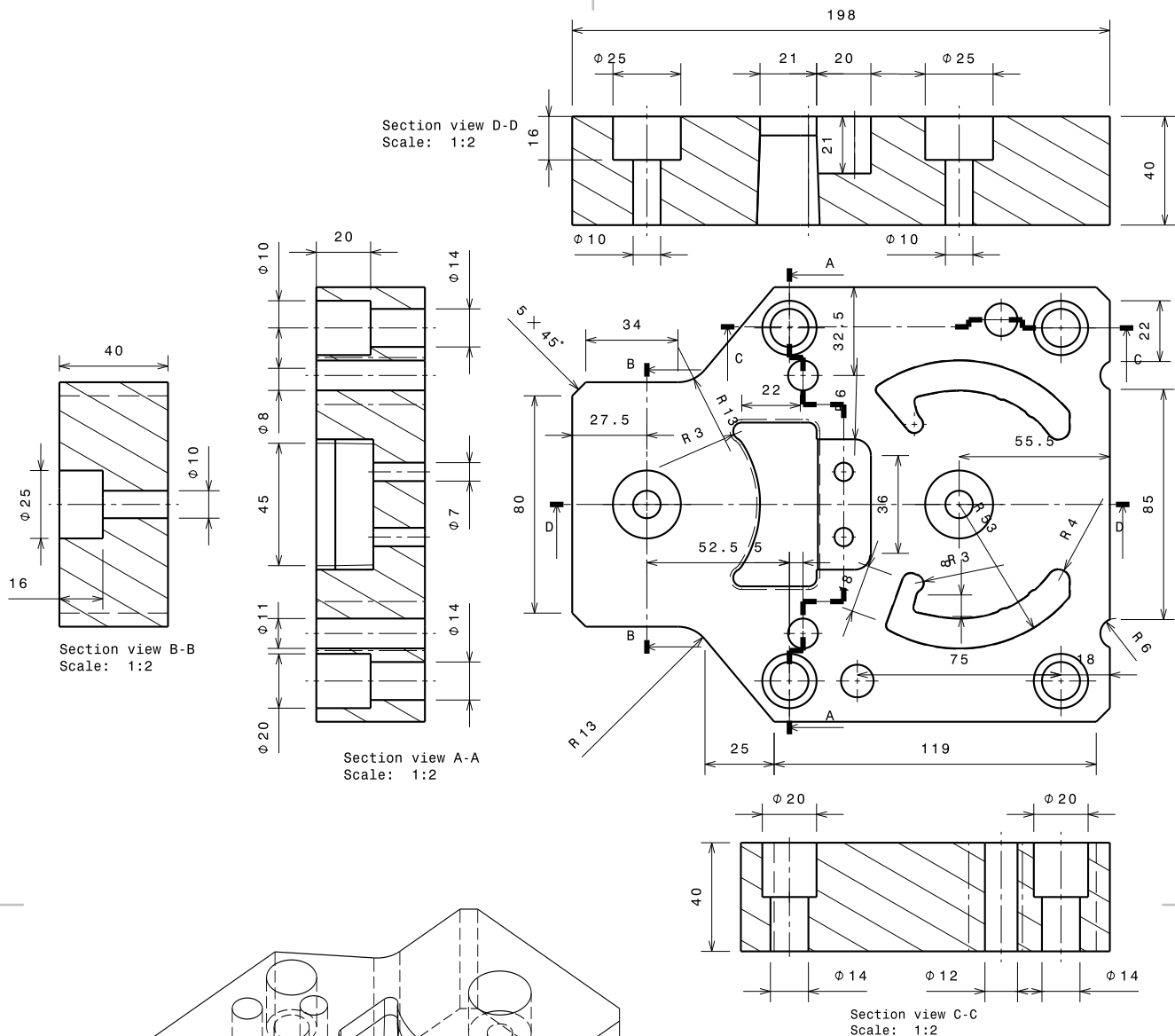


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Parte Inferior Troquel Progresivo de Estampación			
1:5				Referencia: 00
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:





	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Base Inferior_Mecanizados Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 01
PROYECCIÓN 				Sustituye a:
				Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:1

PROYECCIÓN

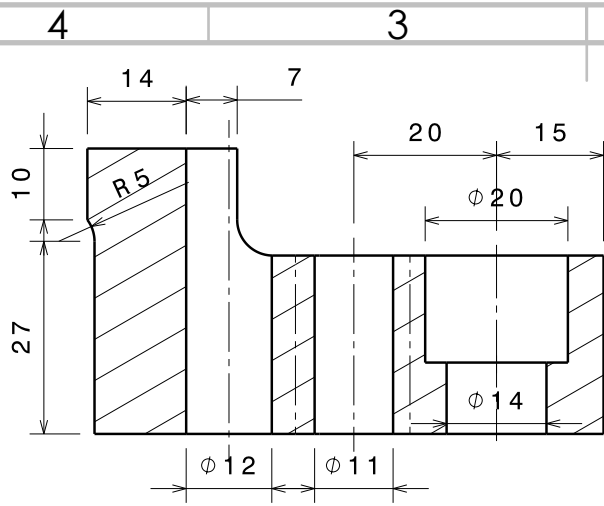


Cuchilla inferior
Troquel Progresivo de
Estampación

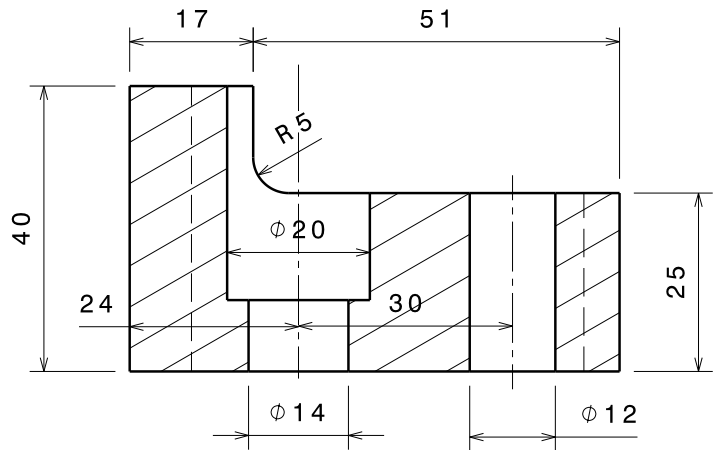
Referencia: 1.1

Sustituye a:

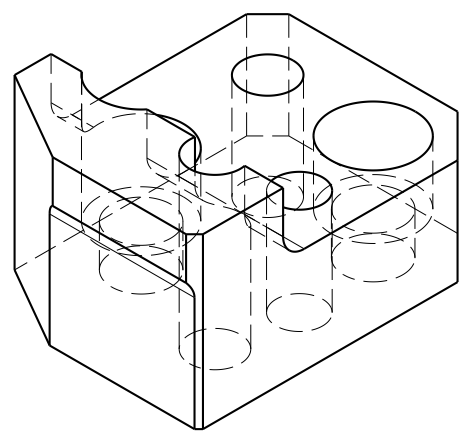
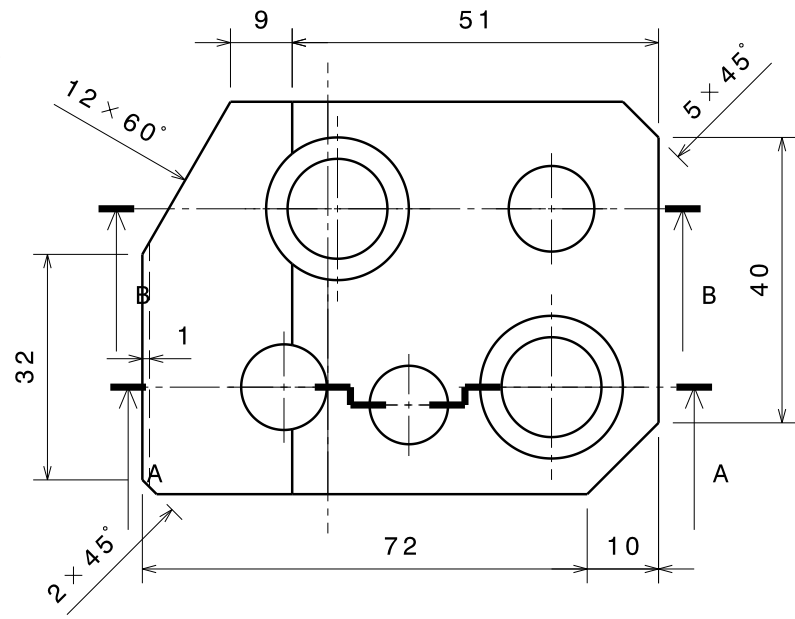
Sustituido por:



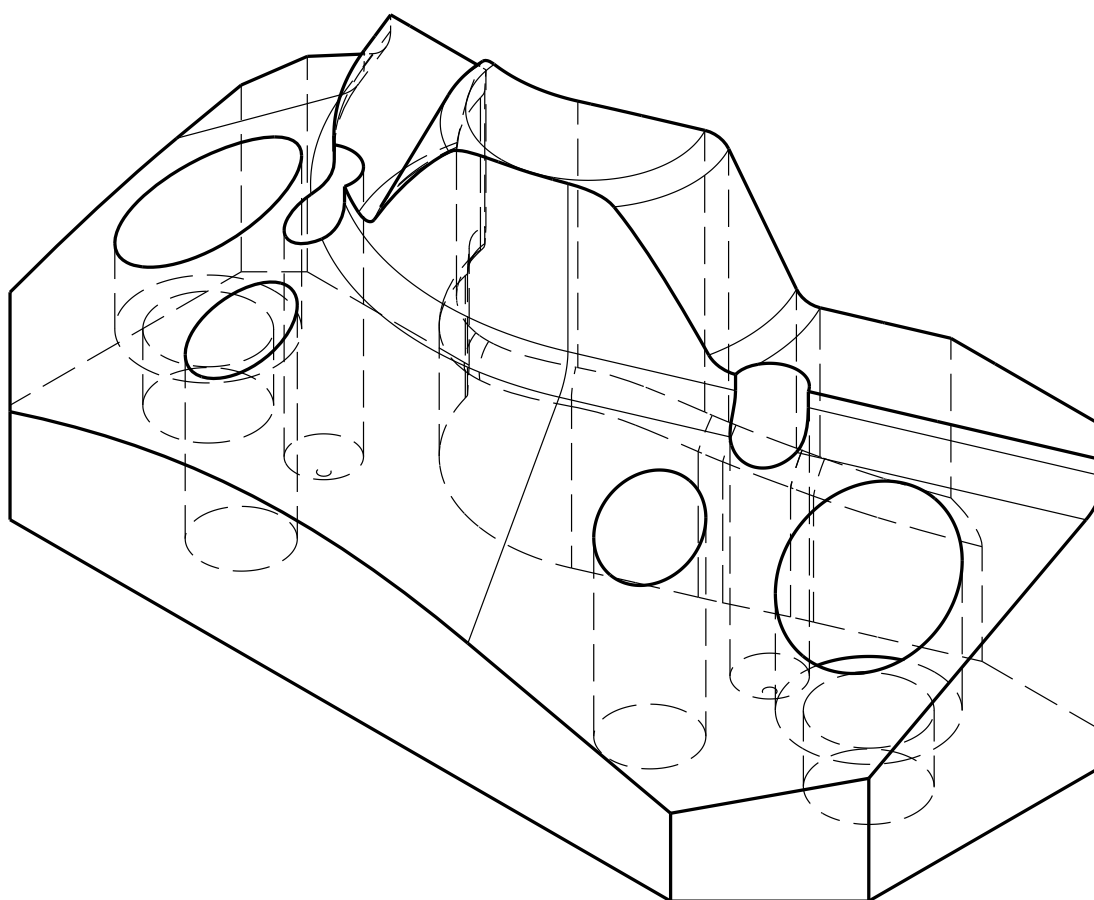
Section view A-A
Scale: 1:1



Section view B-B
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 3:1	Cuchilla inferior <			



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz	
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm	



ESCALA

1:2

Cuchilla inferior

PROYECCIÓN

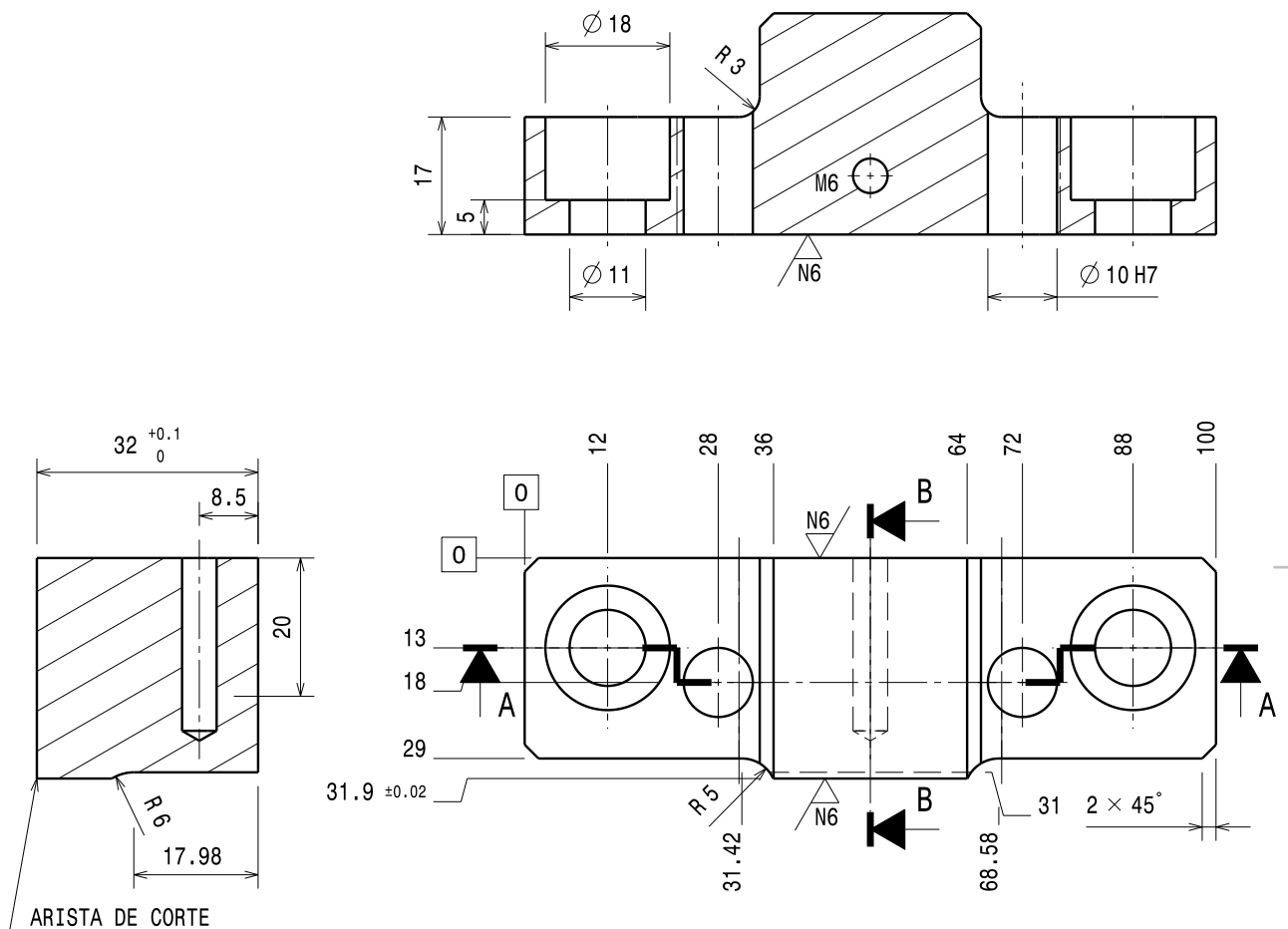


Toquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.3

Sustituye a:

Sustituido por:



N8/(N6/)

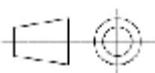
	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN



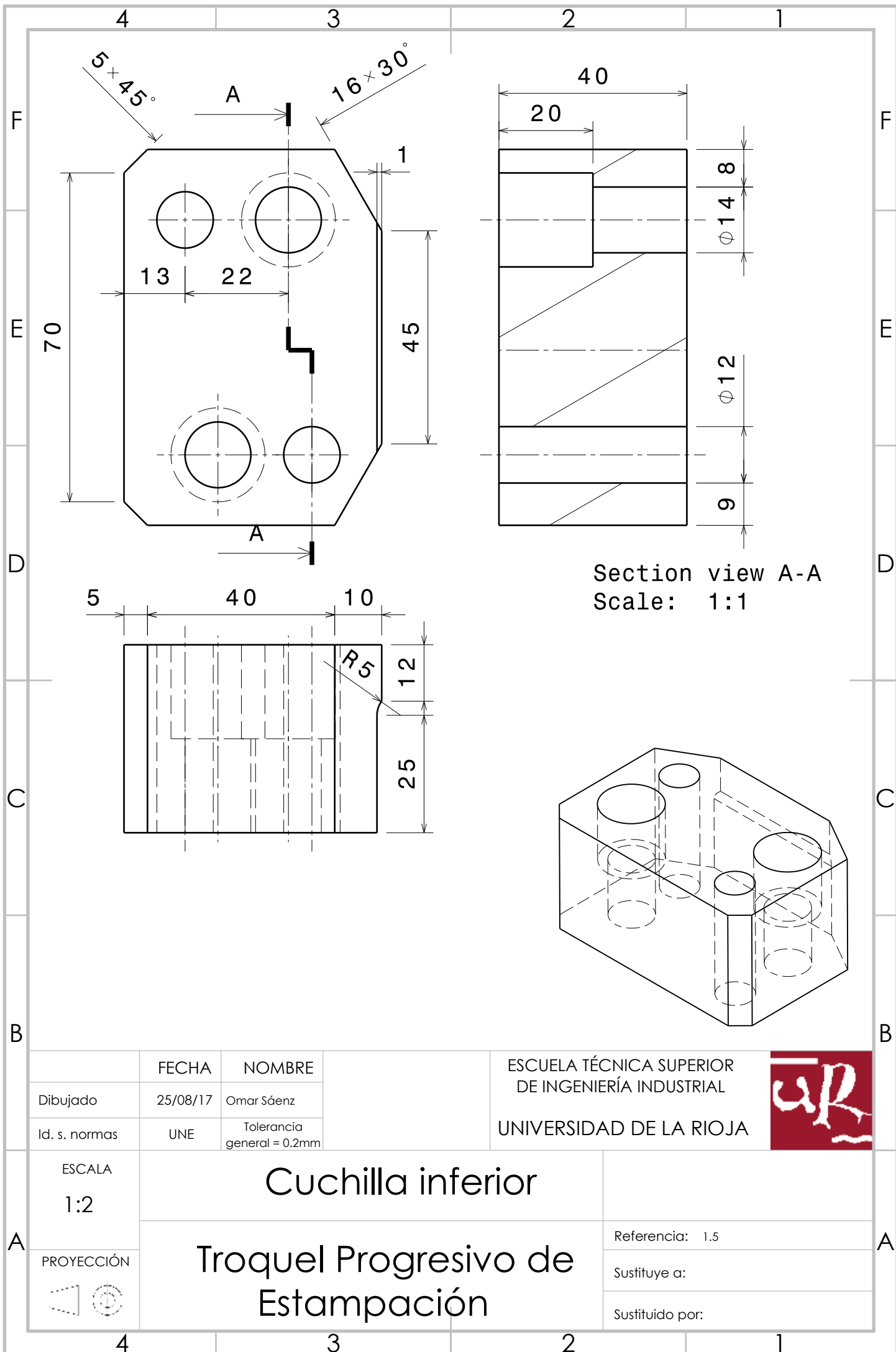
Cuchilla inferior

Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.4

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Cuchilla inferior

PROYECCIÓN

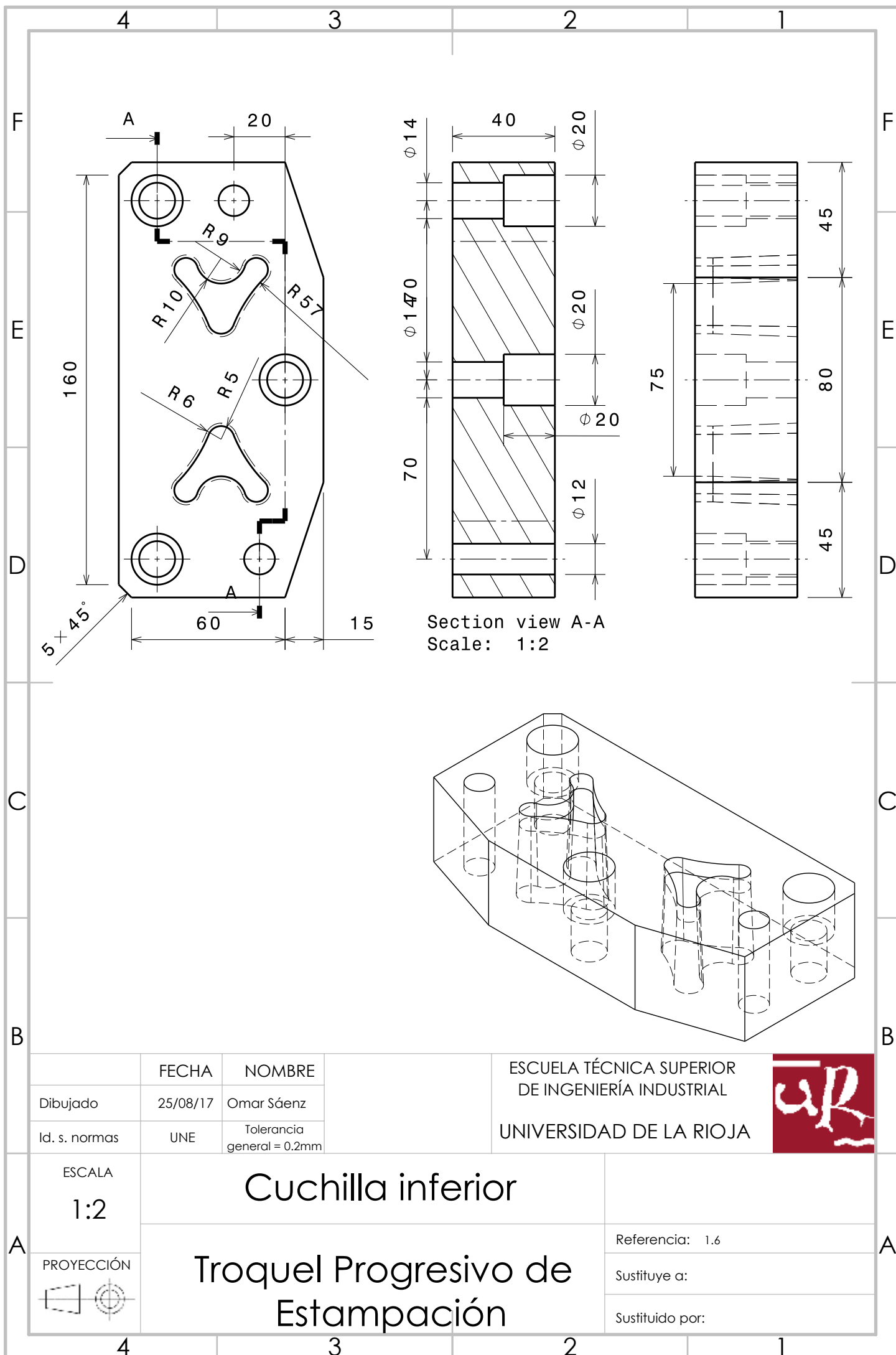


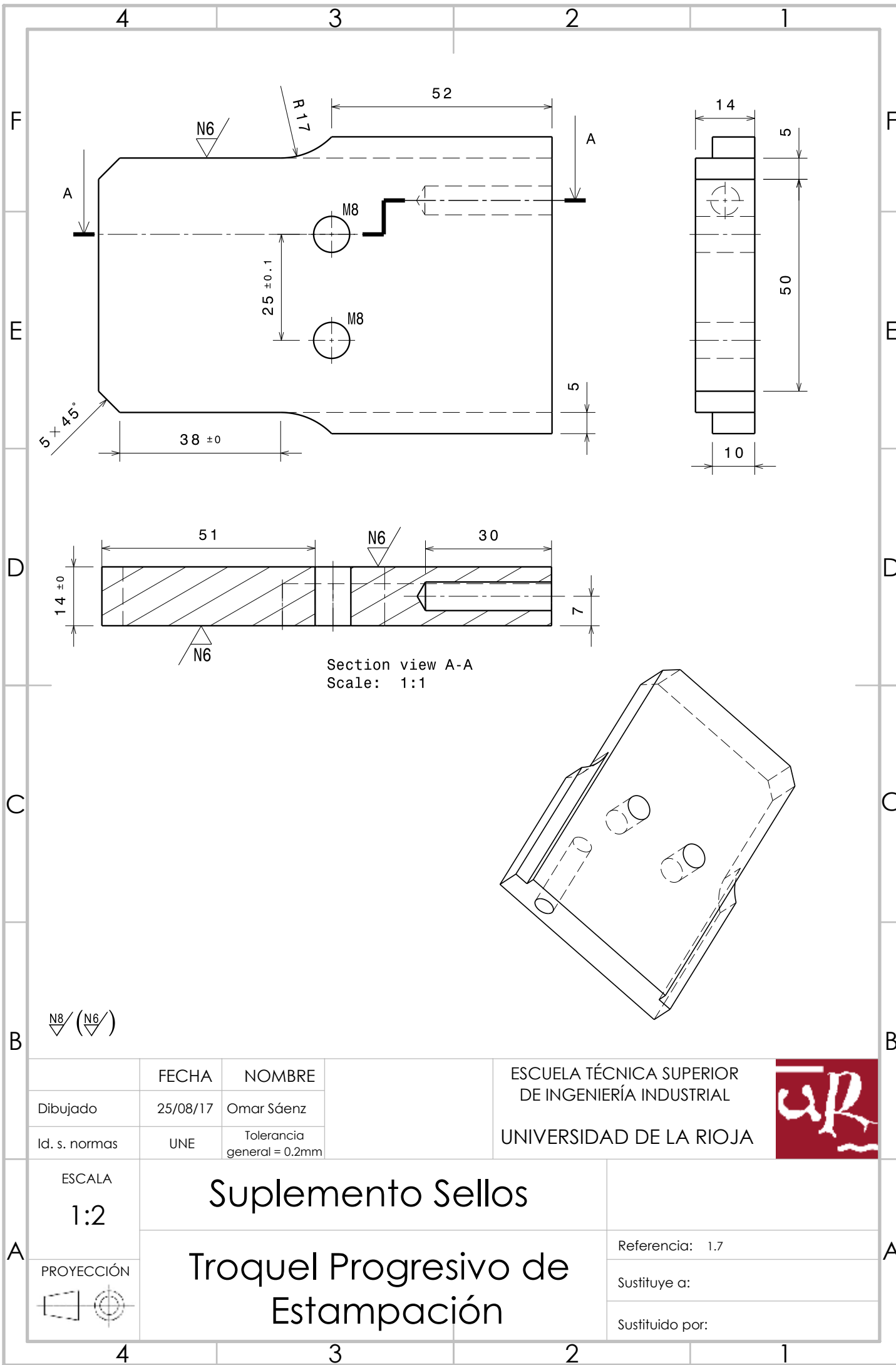
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.5

Sustituye a:

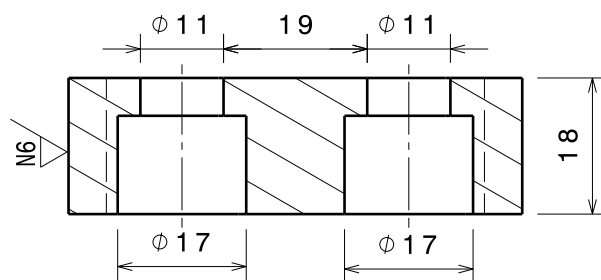
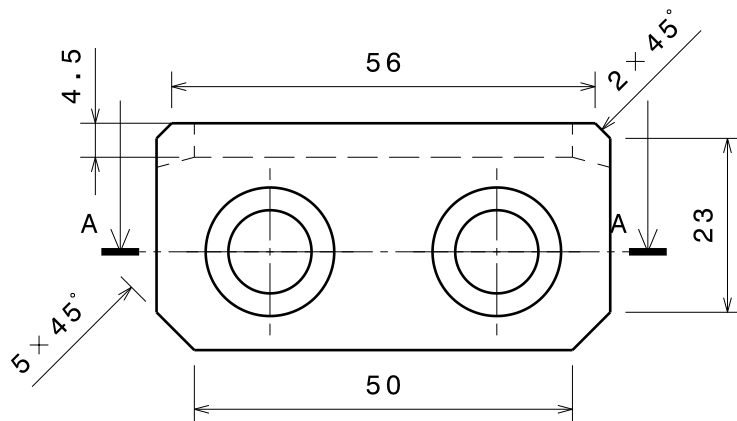
Sustituido por:



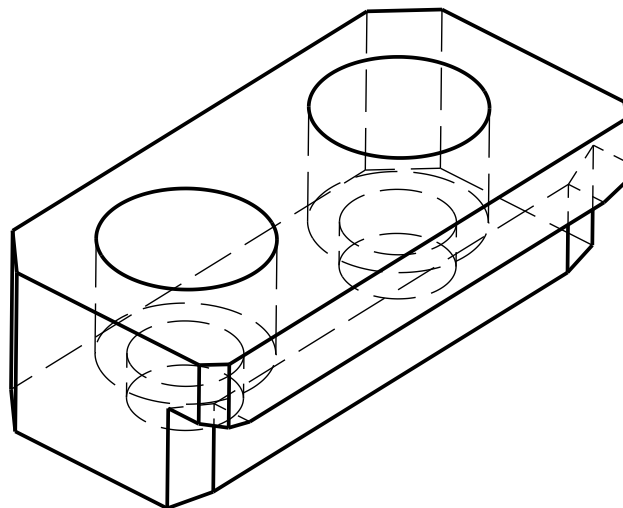


N8 / (N6)

		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
	Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
	Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
A	ESCALA 1:2	Suplemento Sellos			
	PROYECCIÓN 				Troquel Progresivo de Estampación
		Referencia: 1.7			
		Sustituye a:			
					Sustituido por:
	4		3	2	1



Section view A-A
Scale: 1:1



N8/(N6/)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Guía

Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.8

Sustituye a:

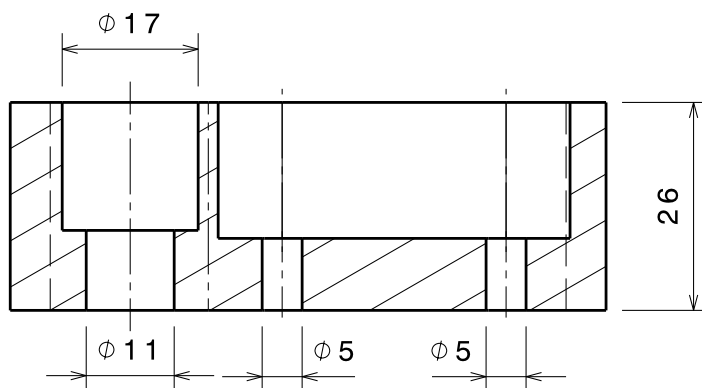
Sustituido por:



4 3 2 1

F

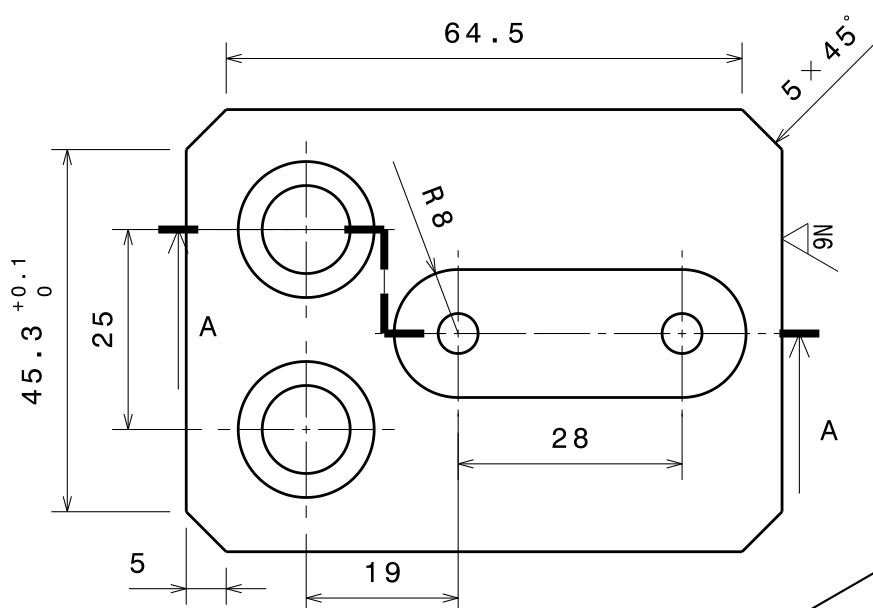
F



Section view A-A
Scale: 1:1

E

E

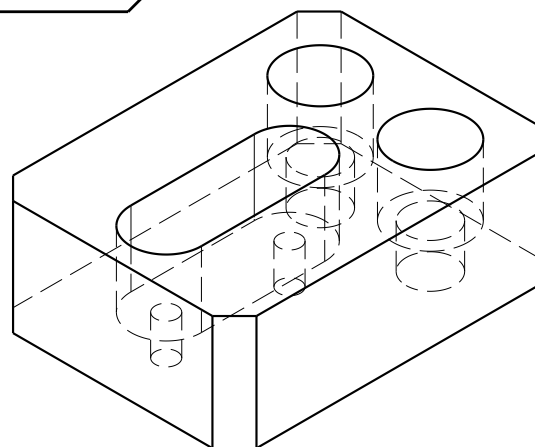


D

D

C

C



B

B

N8/(N6/)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



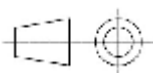
A

A

ESCALA
1:2

Portasello

PROYECCIÓN



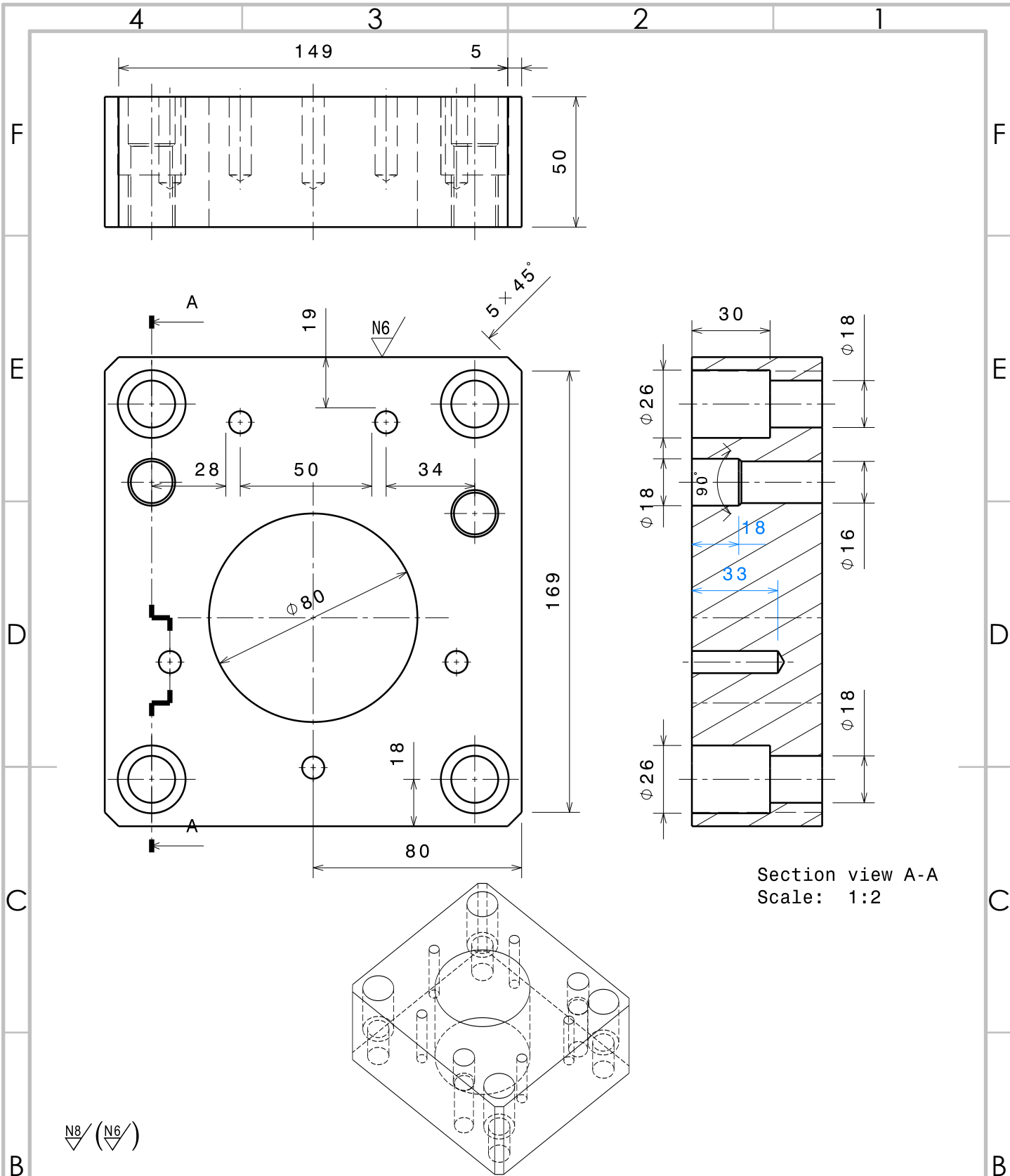
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.9

Sustituye a:

Sustituido por:

4 3 2 1



Section view A-A
Scale: 1:2

N8 / (N6)

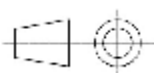
	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN

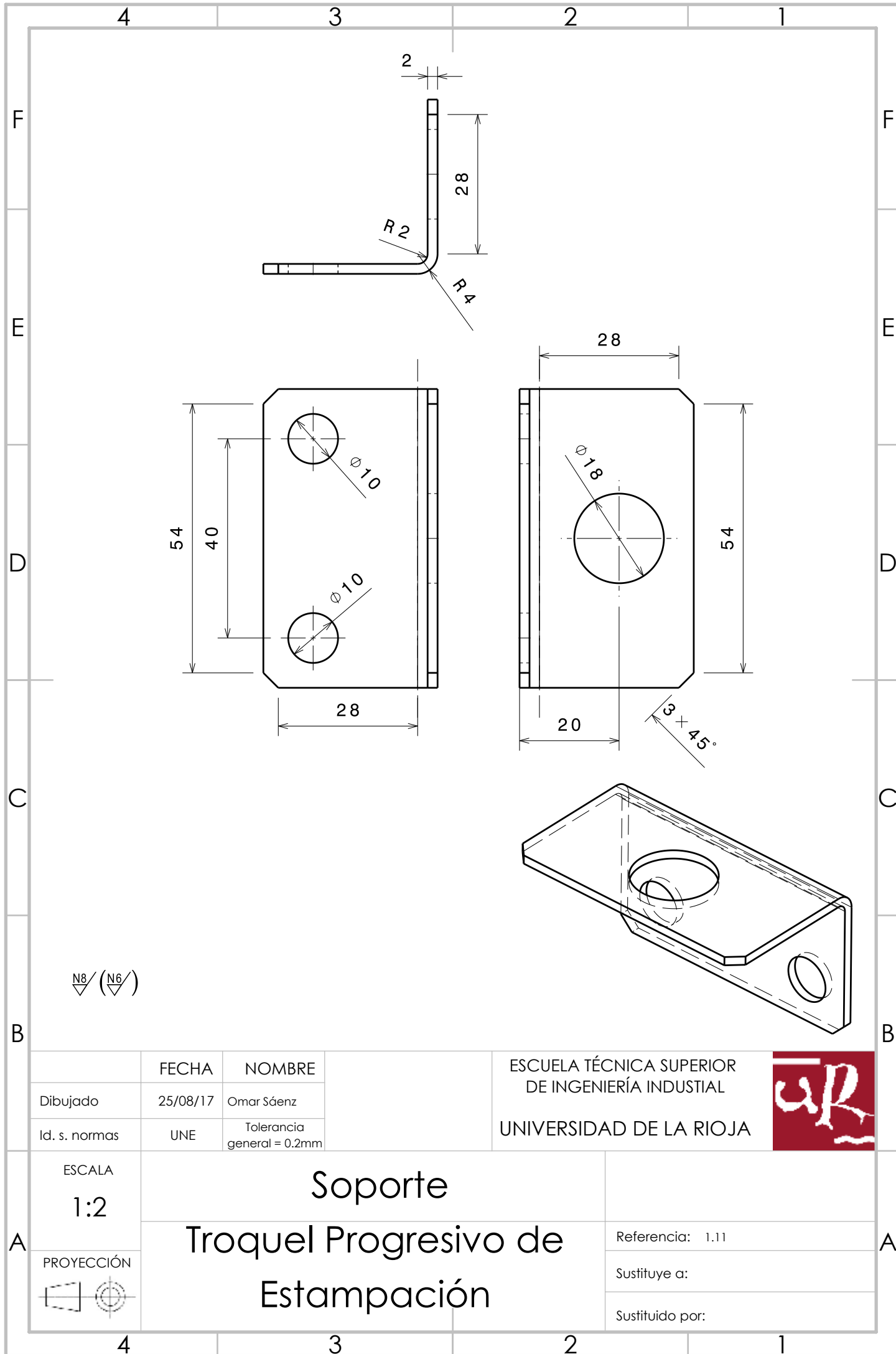


Suplemento Casquillo Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 1.10

Sustituye a:

Sustituido por:



N8/(N6/)

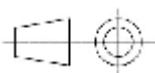
	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN



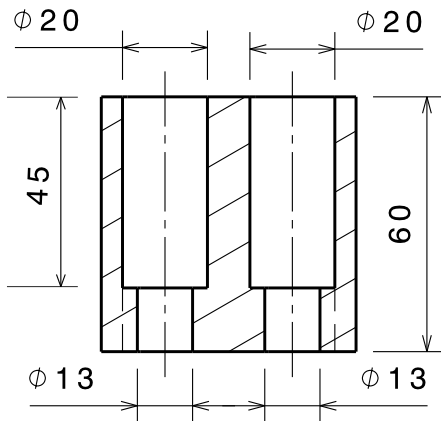
Soporte

Troquel Progresivo de
Estampación

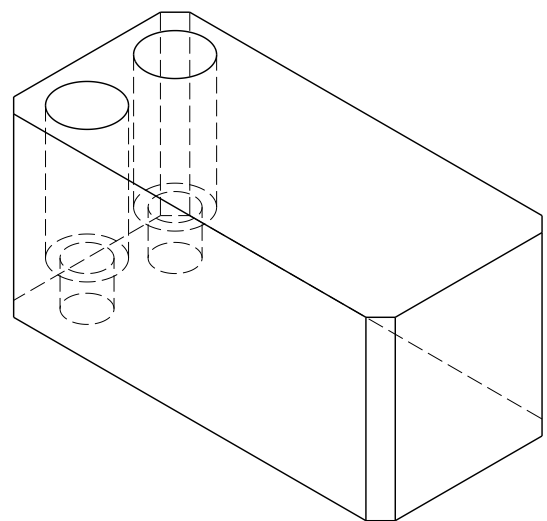
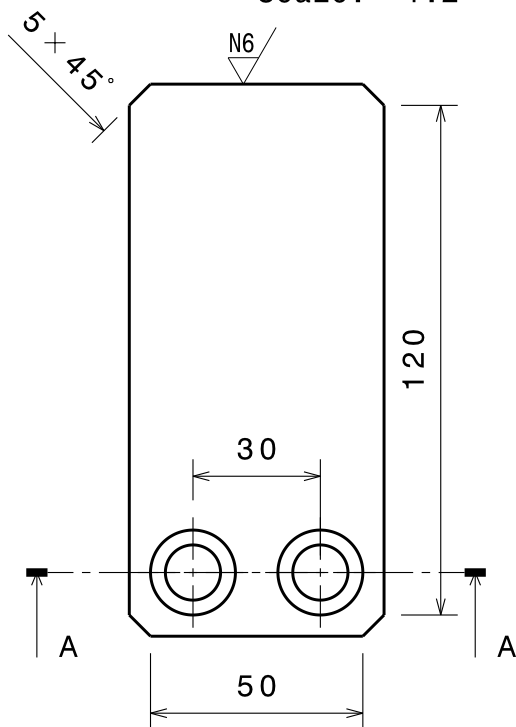
Referencia: 1.11

Sustituye a:

Sustituido por:

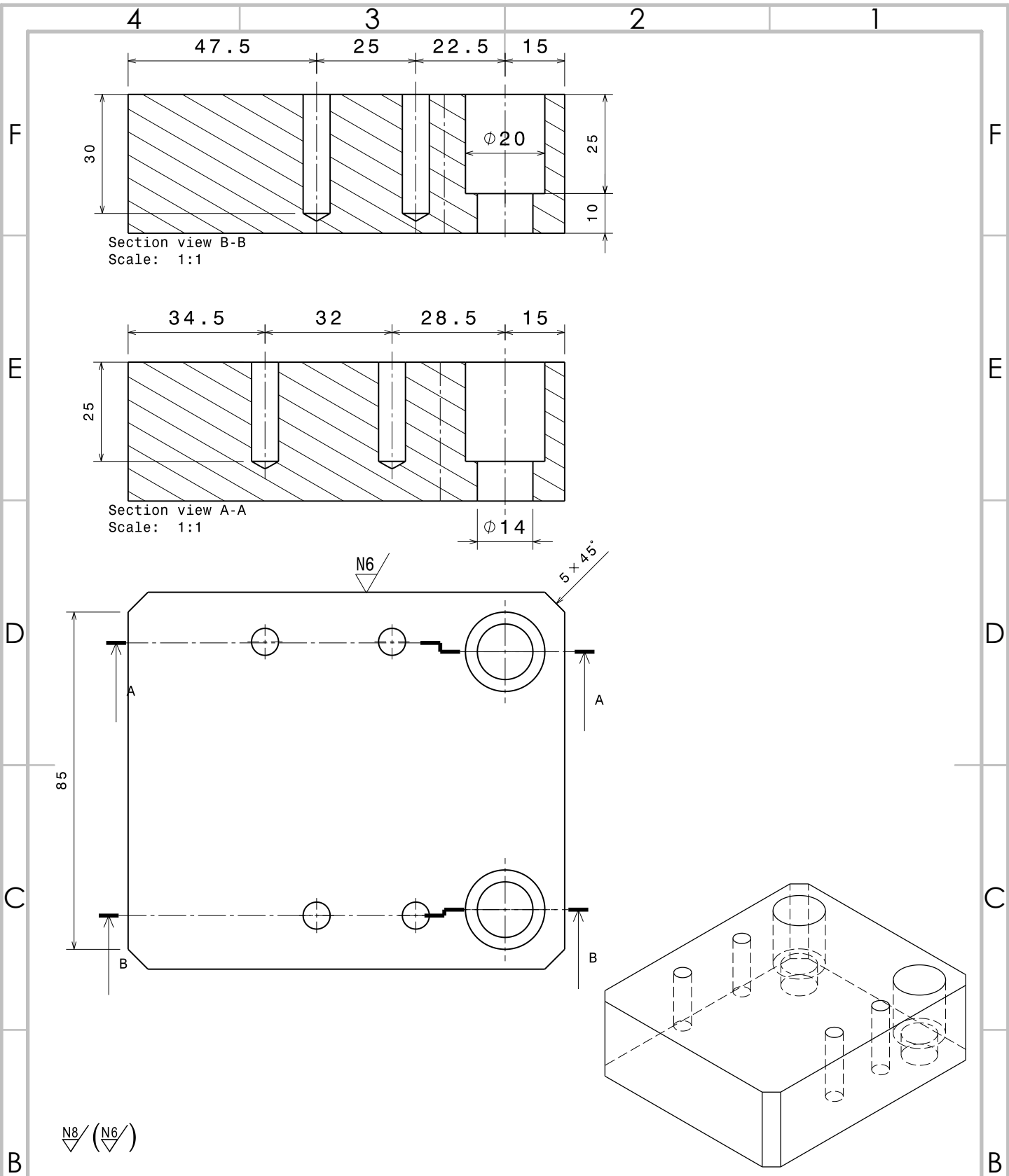


Section view A-A
Scale: 1:2

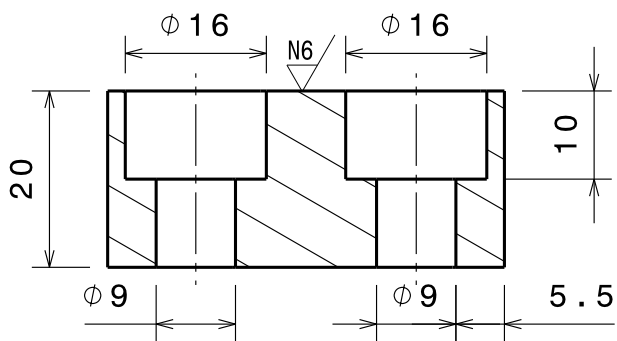


N8/(N6/)

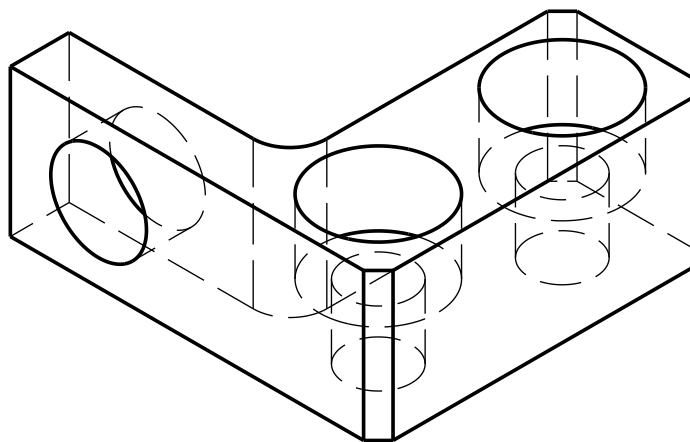
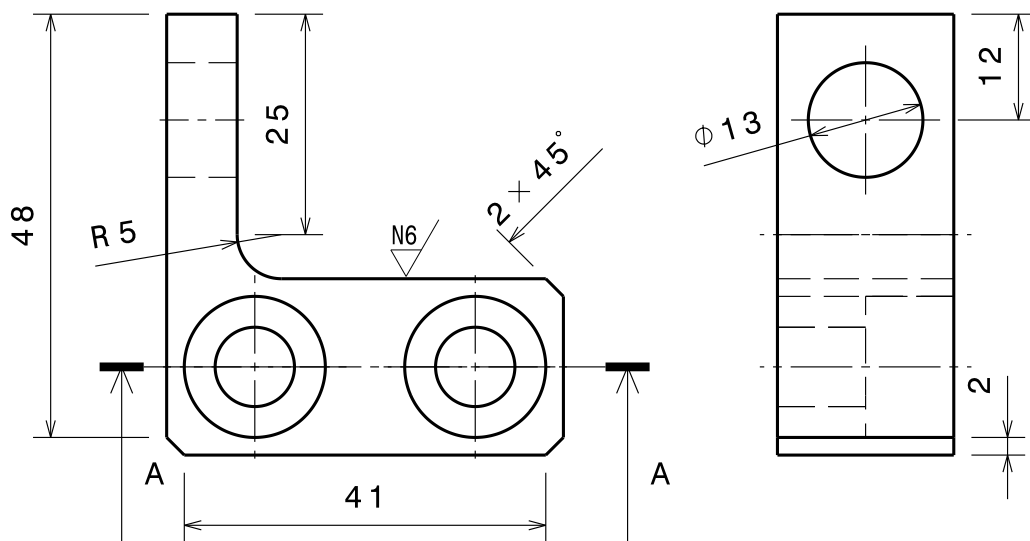
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Suplemento Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.12
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:



		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA			
	Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz				
	Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm				
A	ESCALA 1:2	Suplemento Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.13	A	
	PROYECCIÓN 						
					Sustituye a:		
		Sustituido por:					
	4		3		2		1



Section view A-A
Scale: 1:1



N8 / (N6/)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

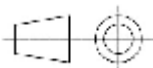
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Soporte Sensor

PROYECCIÓN

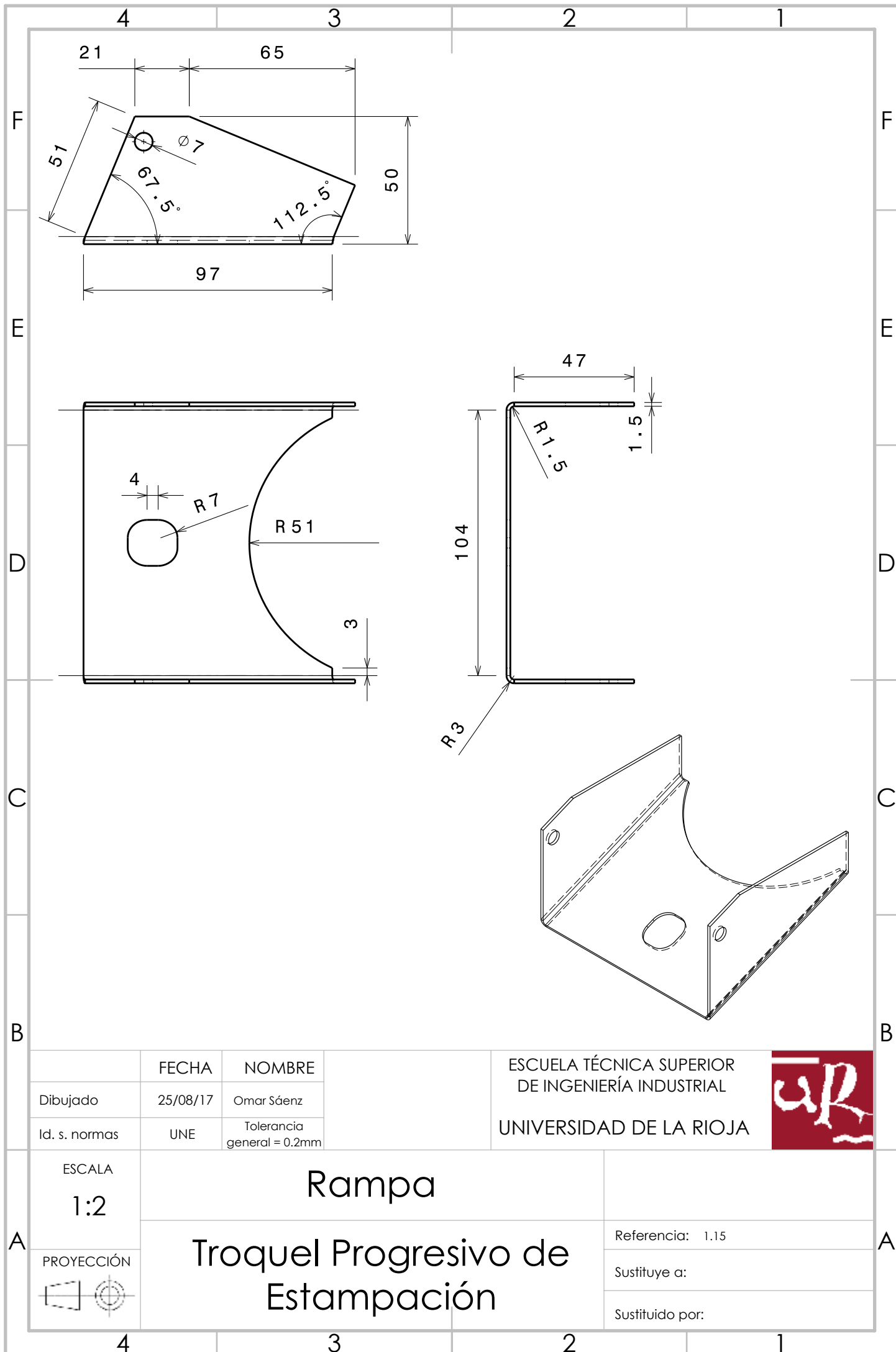


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.14

Sustituye a:

Sustituido por:

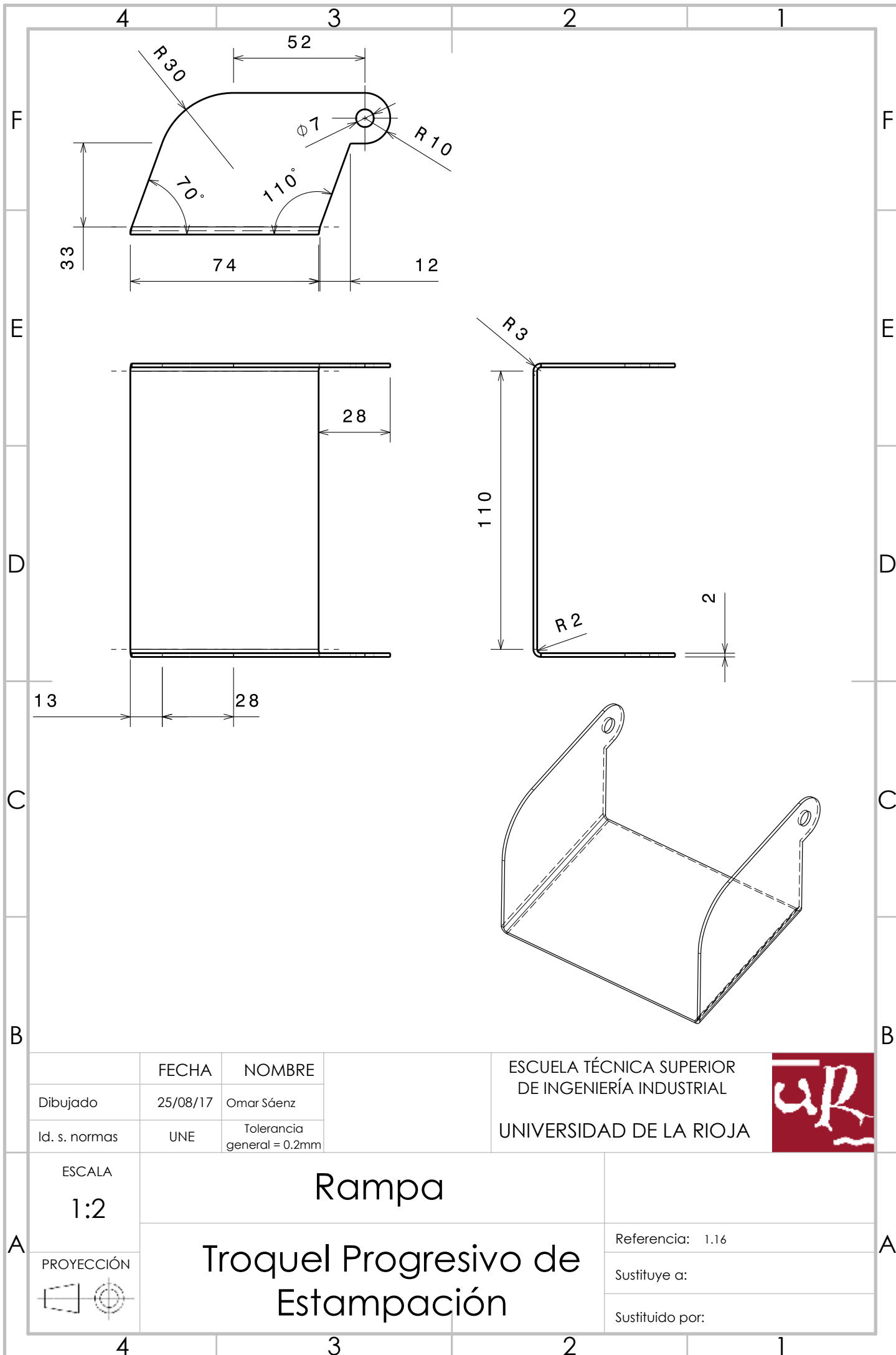


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA 1:2 PROYECCIÓN 	Rampa		Referencia: 1.15
	Troquel Progresivo de Estampación		Sustituye a:
			Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

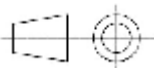
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Rampa

PROYECCIÓN

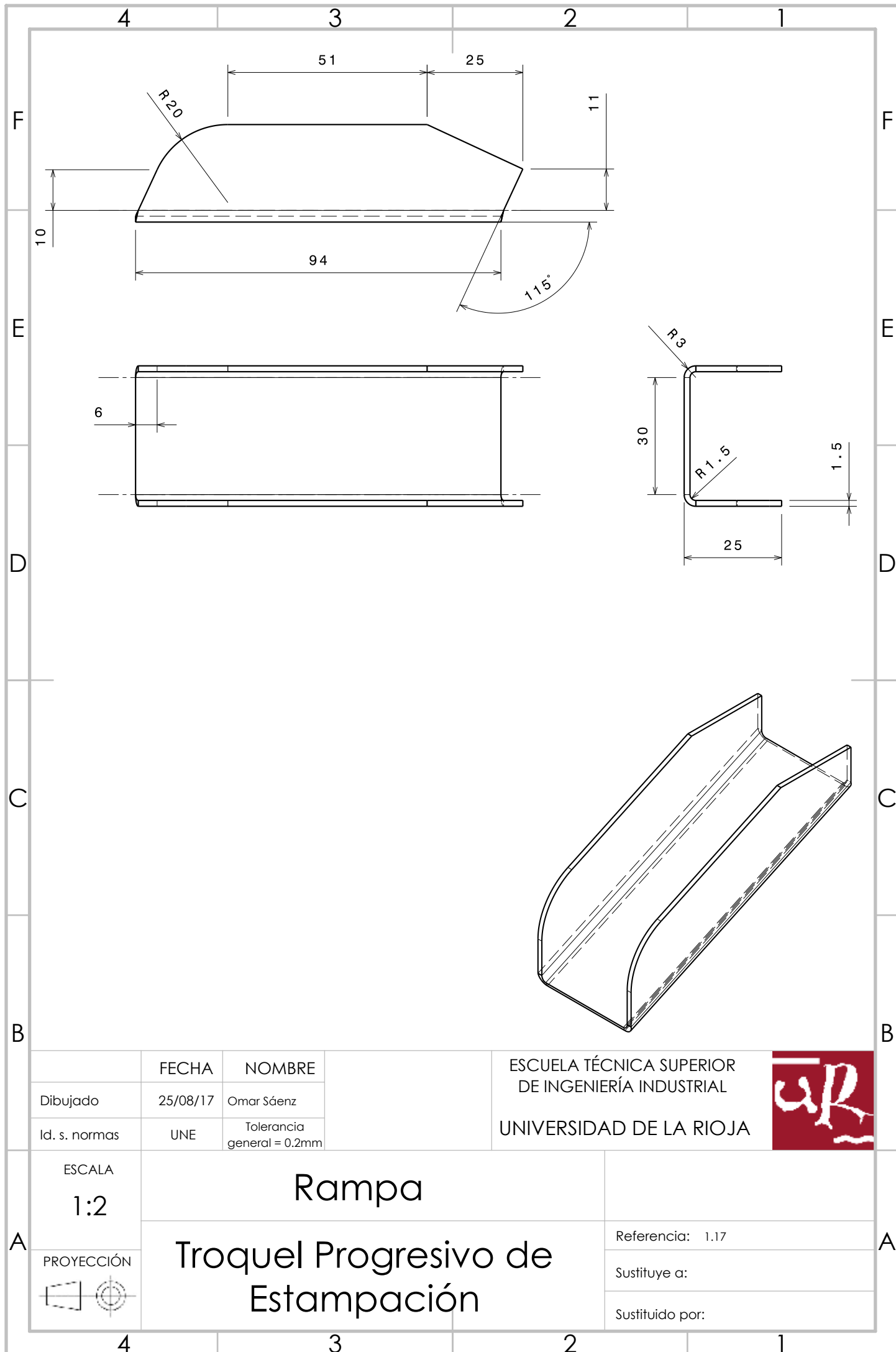


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.16

Sustituye a:

Sustituido por:

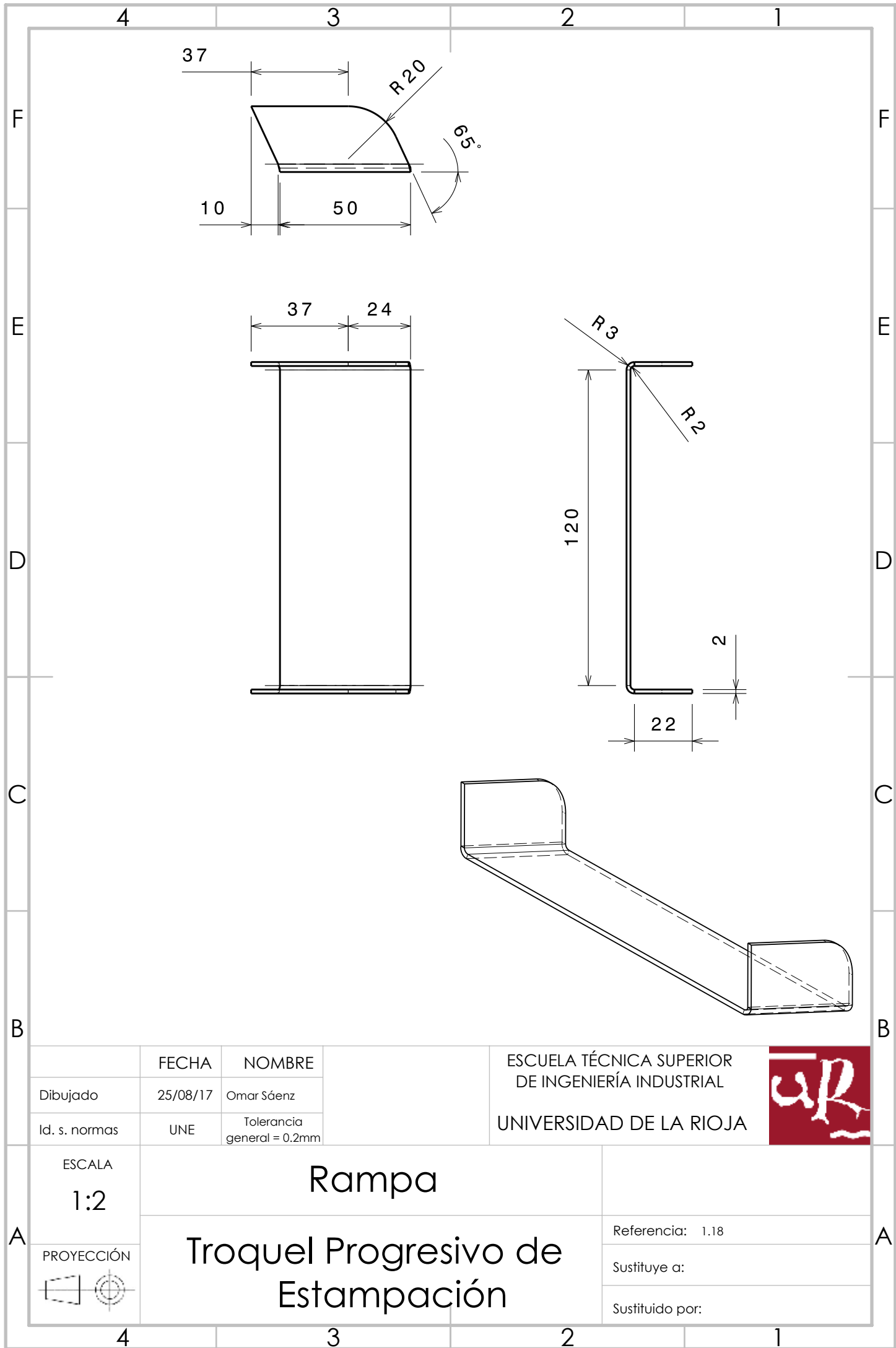


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA 1:2 PROYECCIÓN 	Rampa		Referencia: 1.17
	Troquel Progresivo de Estampación		Sustituye a:
			Sustituido por:

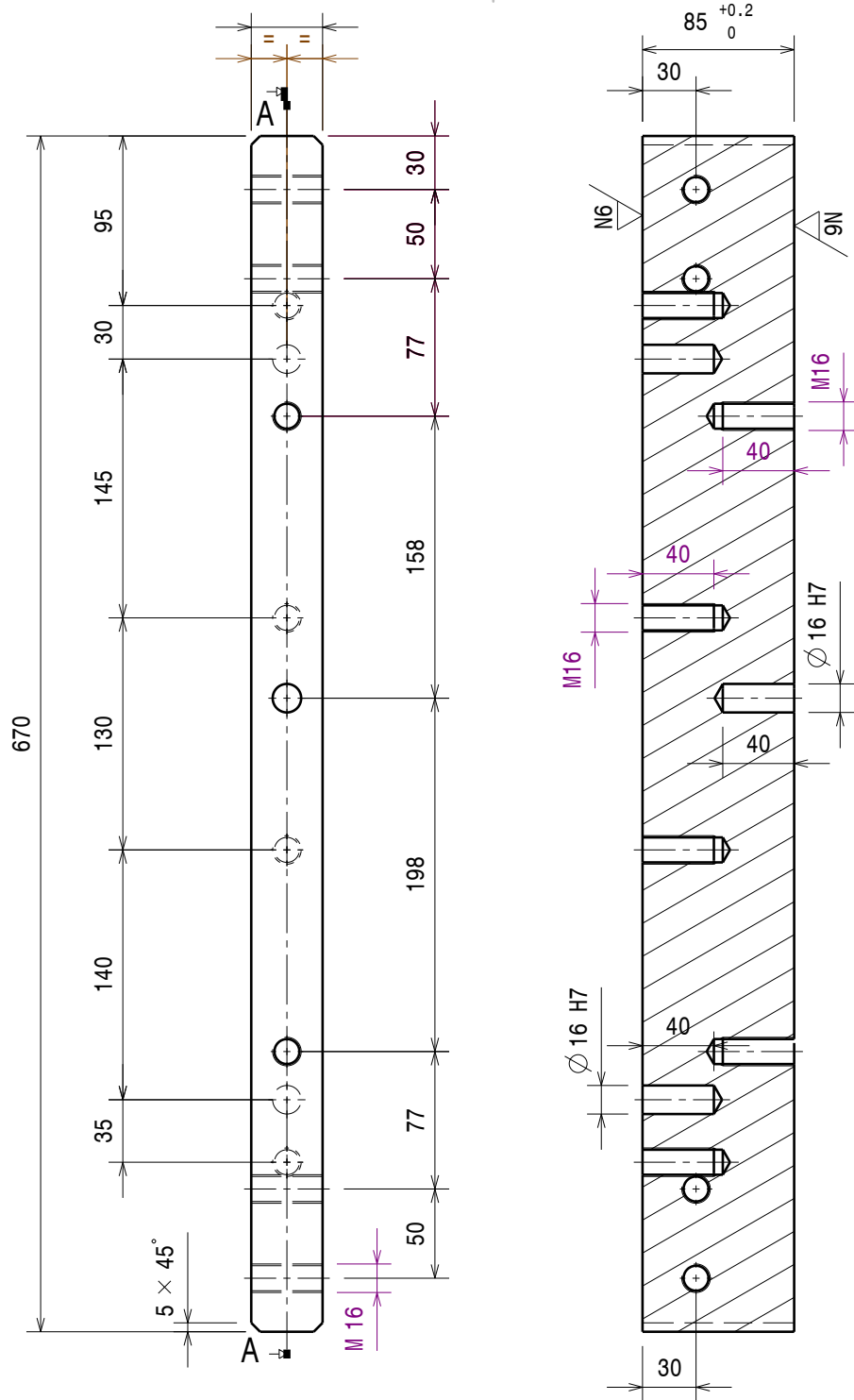


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA 1:2	Rampa	
PROYECCIÓN 	Troquel Progresivo de Estampación	
	Referencia: 1.18	
	Sustituye a:	
	Sustituido por:	



N8 / (N6)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN

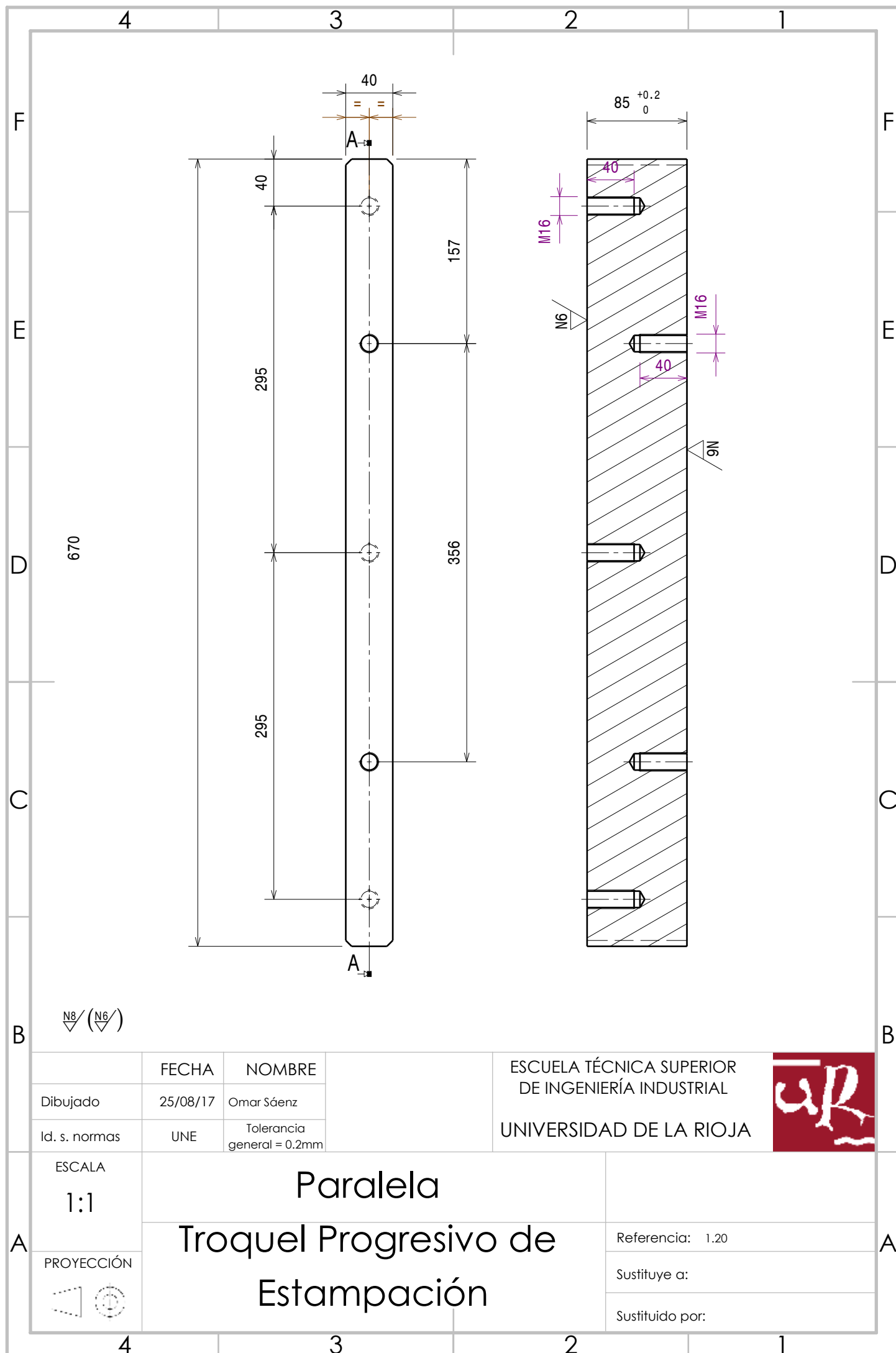


Paralela Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 1.19

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

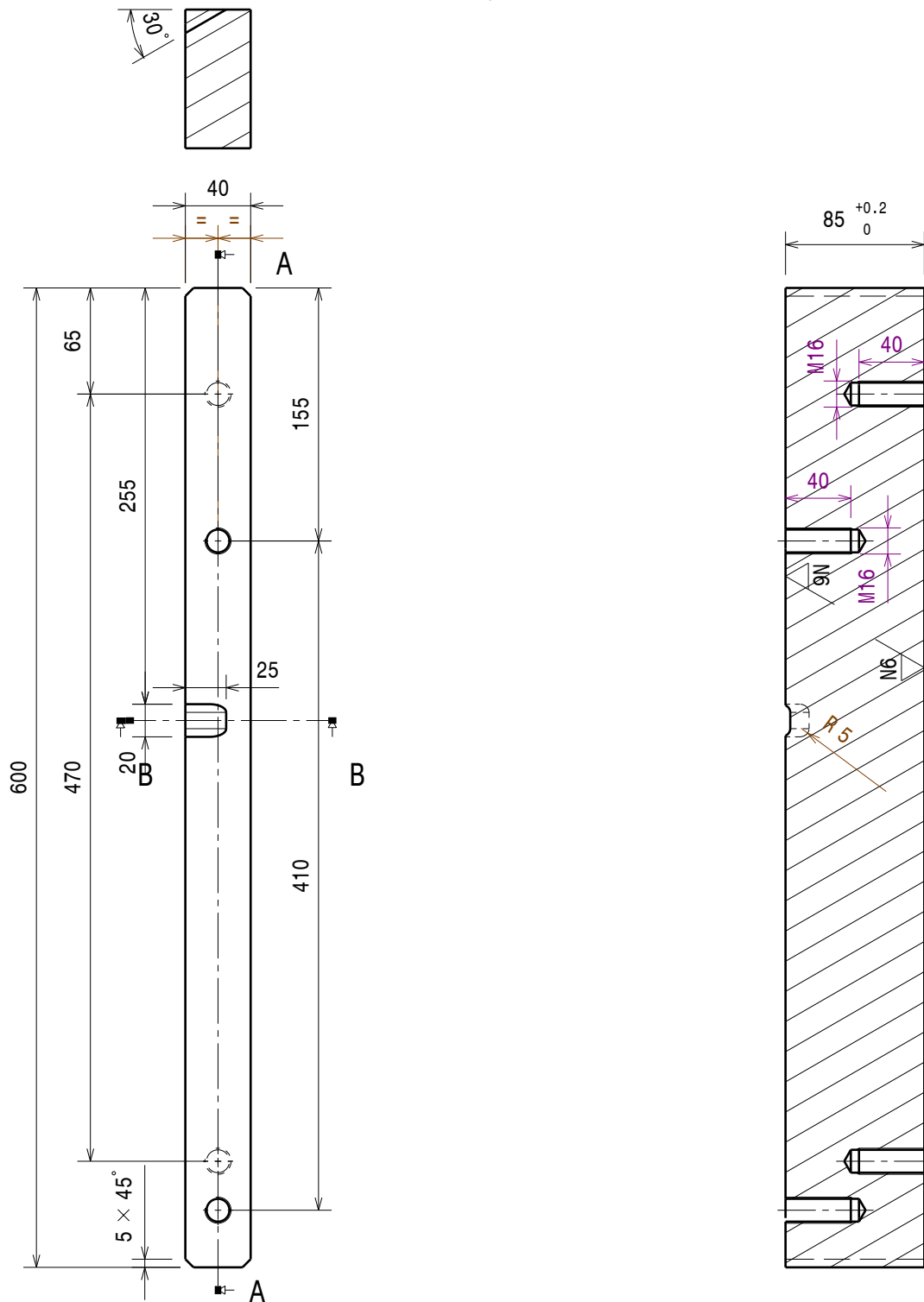


ESCALA
1:1
PROYECCIÓN

Paralela

Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 1.20
Sustituye a:
Sustituido por:



N8/(N6/)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:1

Paralela

PROYECCIÓN

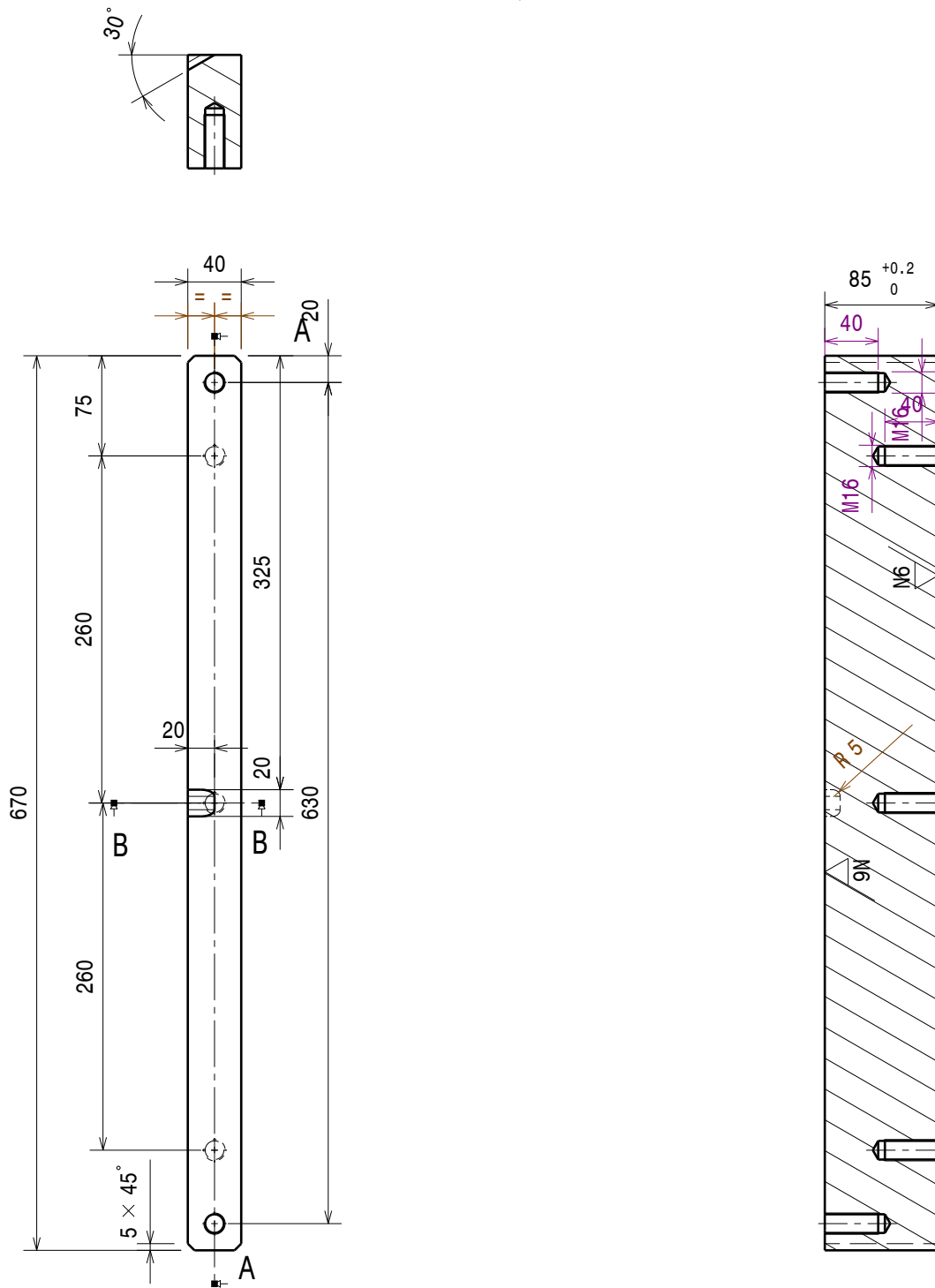


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.21

Sustituye a:

Sustituido por:



N8 / (N6)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
3:1

Paralela

PROYECCIÓN

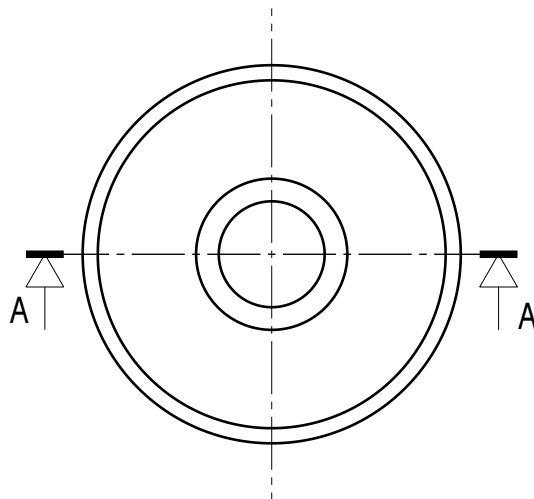
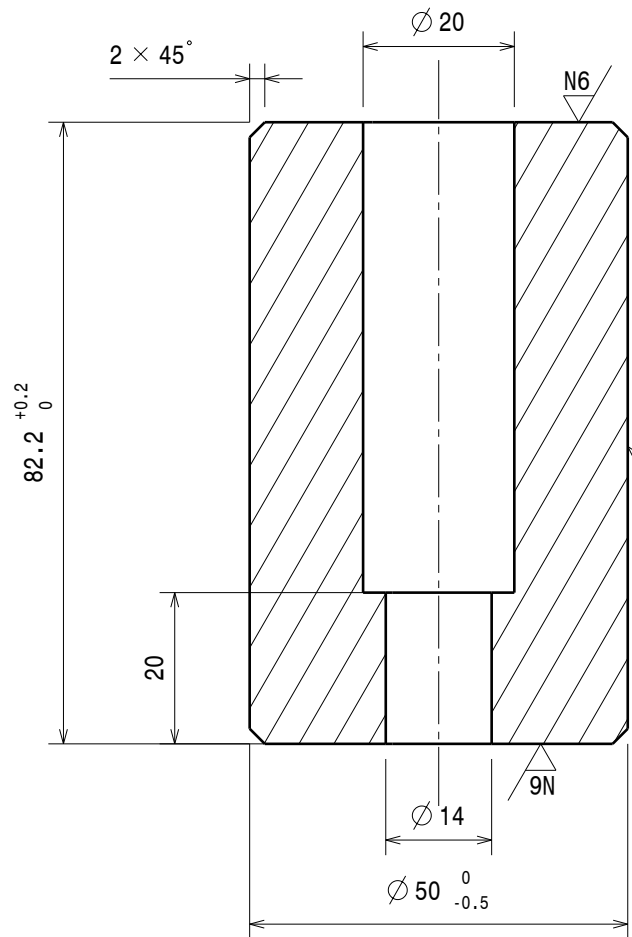


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.23

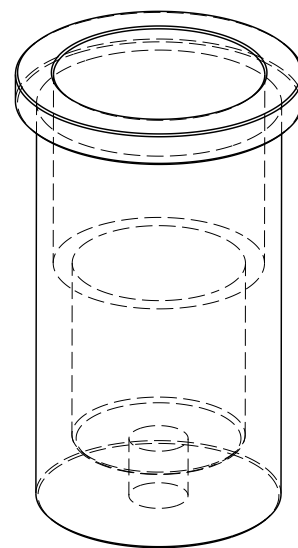
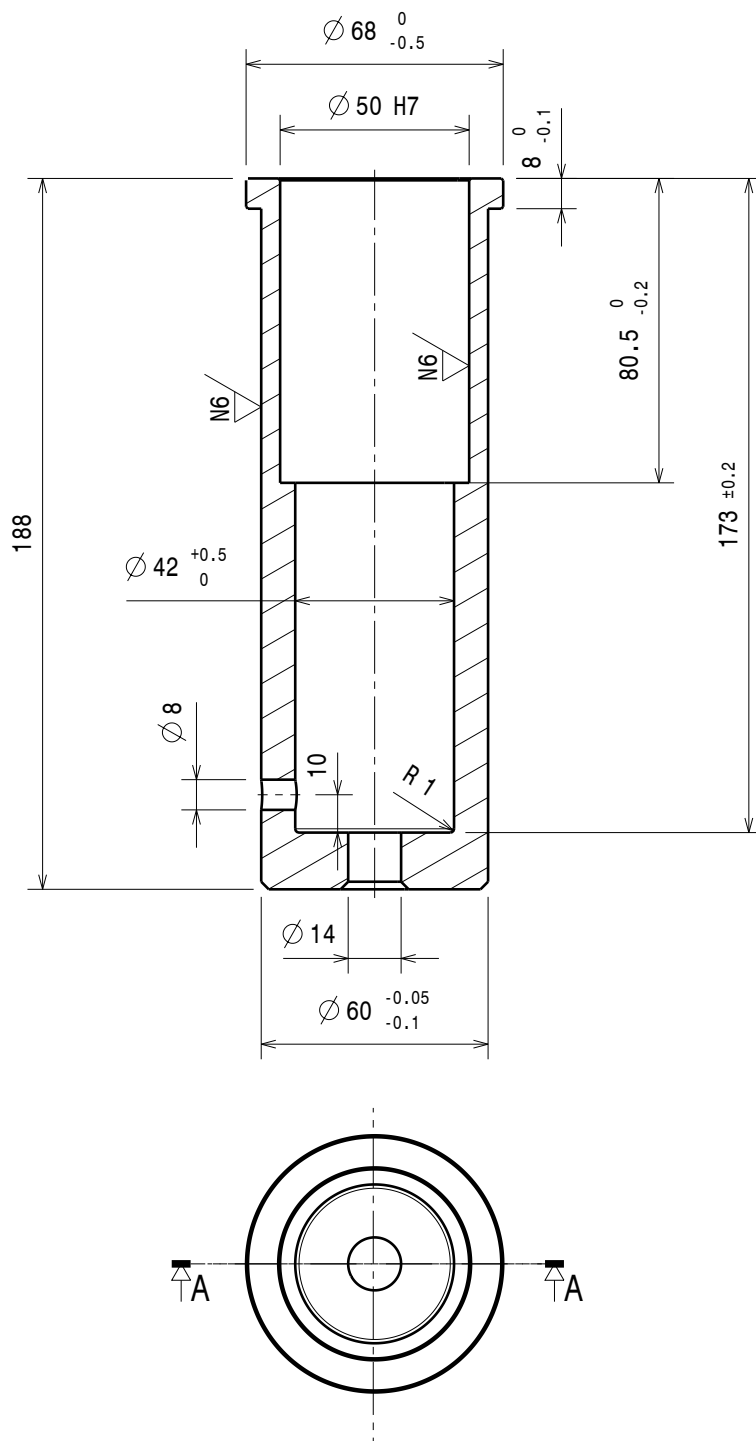
Sustituye a:

Sustituido por:



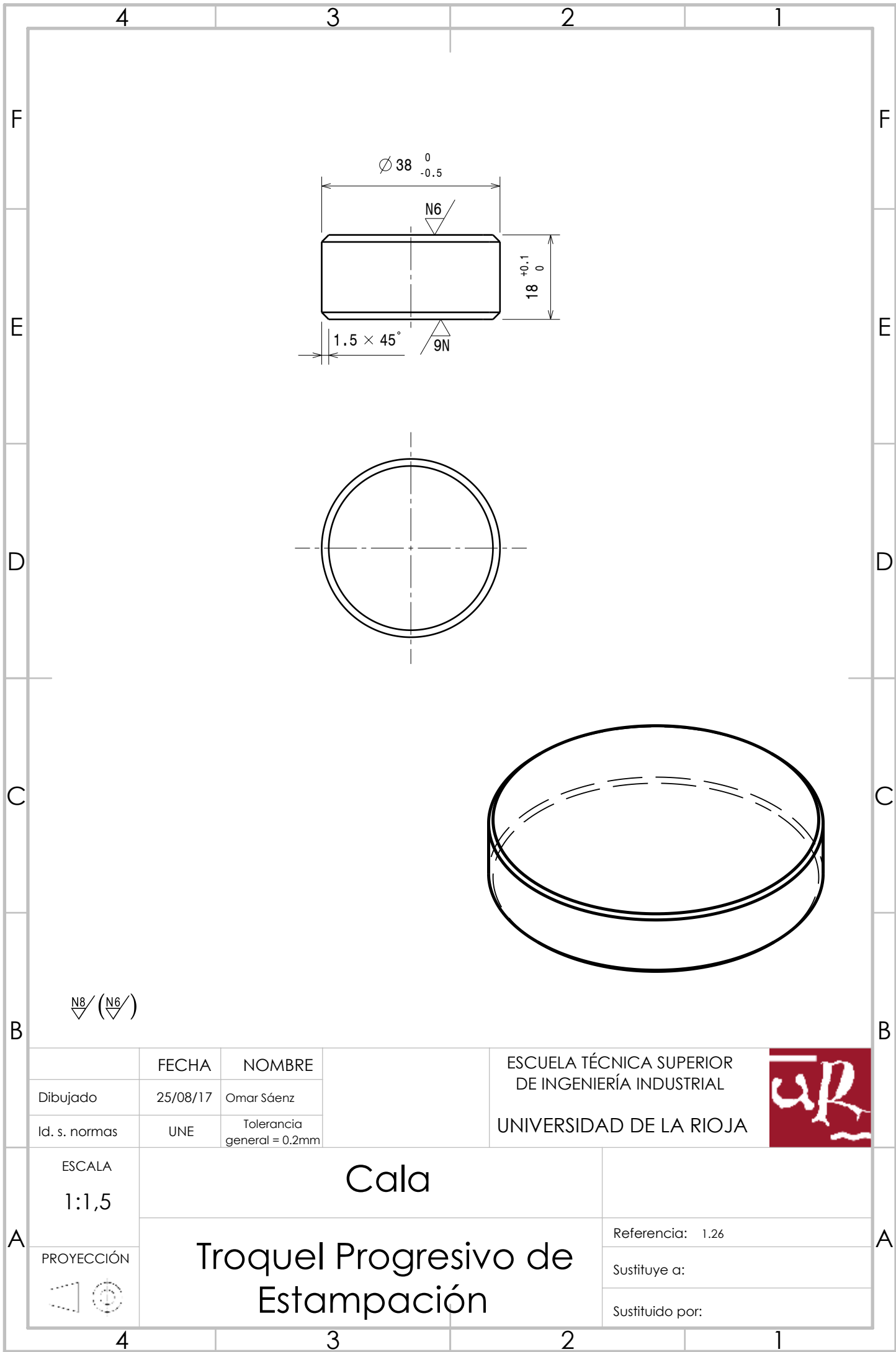
$\nabla N8 / (\nabla N6)$ MATAR ARISTAS $0.5 \times 45^\circ$

	FECHA	NOMBRE	ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general ± 0.5 mm		
ESCALA 1:2	Distanciador			
PROYECCIÓN 				Toquel Progresivo de Estampación
	Sustituye a:			
		Sustituido por:		

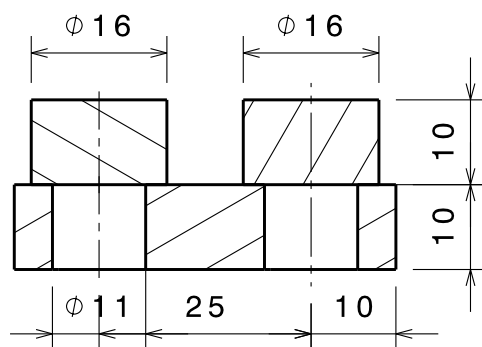
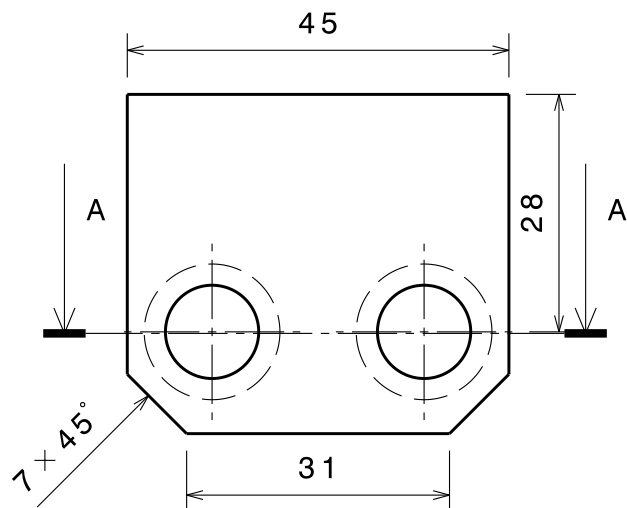


N8 / (N6)

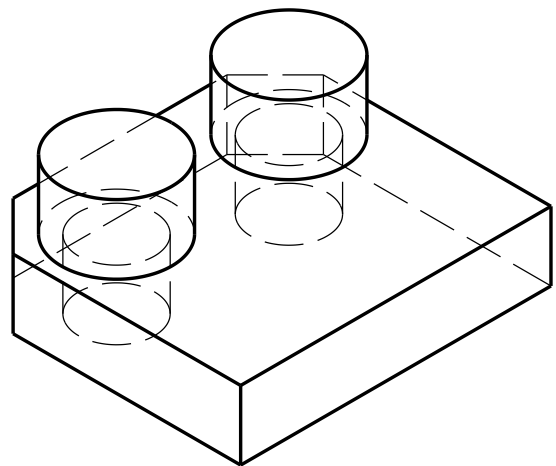
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Cazoleta			
PROYECCIÓN 				Troquel Progresivo de Estampación
	Referencia: 1.25			
	Sustituye a:			
	Sustituido por:			



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA		
A	ESCALA	Cala			
	1:1,5				
	PROYECCIÓN	Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.26
					Sustituye a:
				Sustituido por:	
	4	3	2	1	A



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

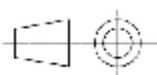
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Brida

PROYECCIÓN

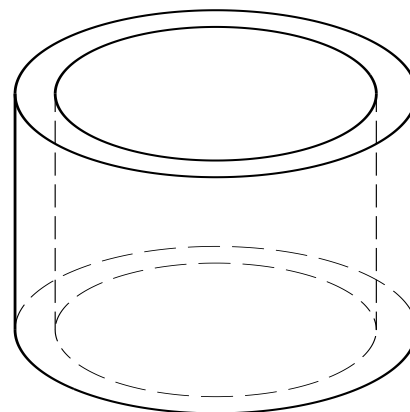
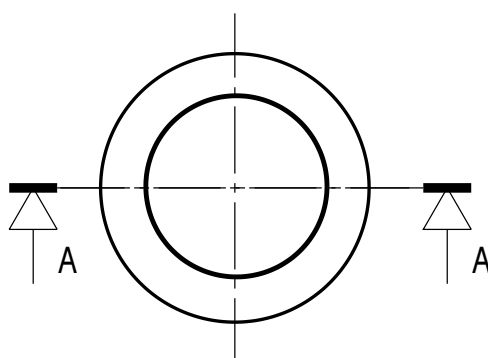
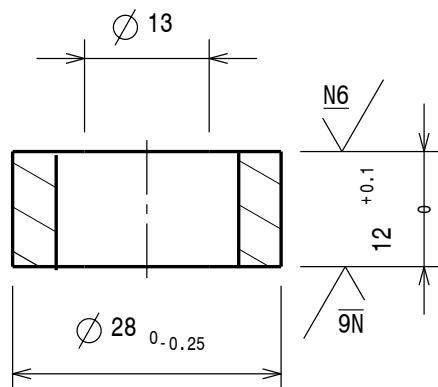


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.27

Sustituye a:

Sustituido por:



N8/(N6/)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

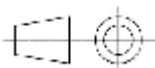
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Casquillo

PROYECCIÓN

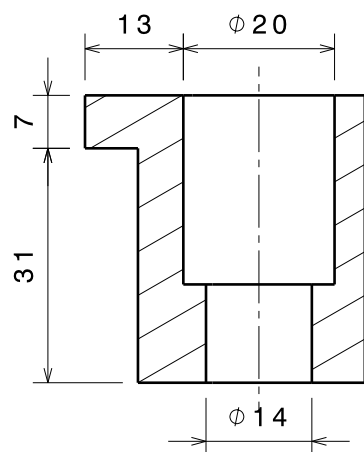


Troquel Progresivo de
Estampación

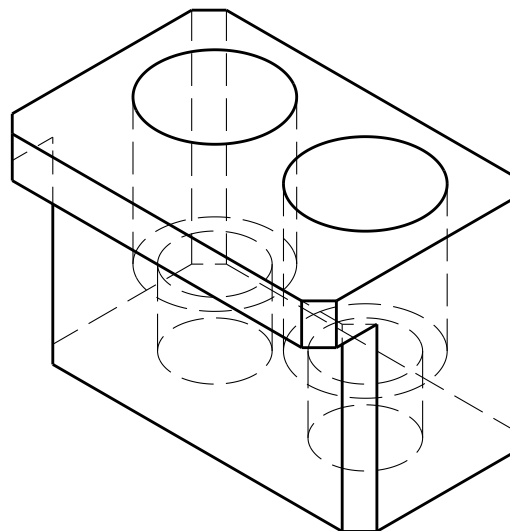
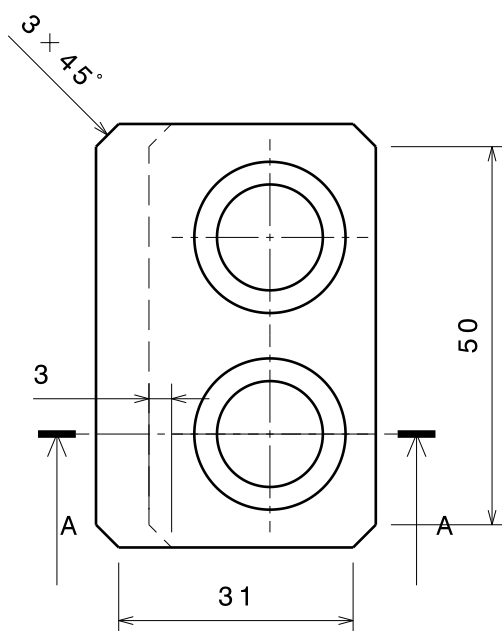
Referencia: 1.28

Sustituye a:

Sustituido por:



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Tope Pisador

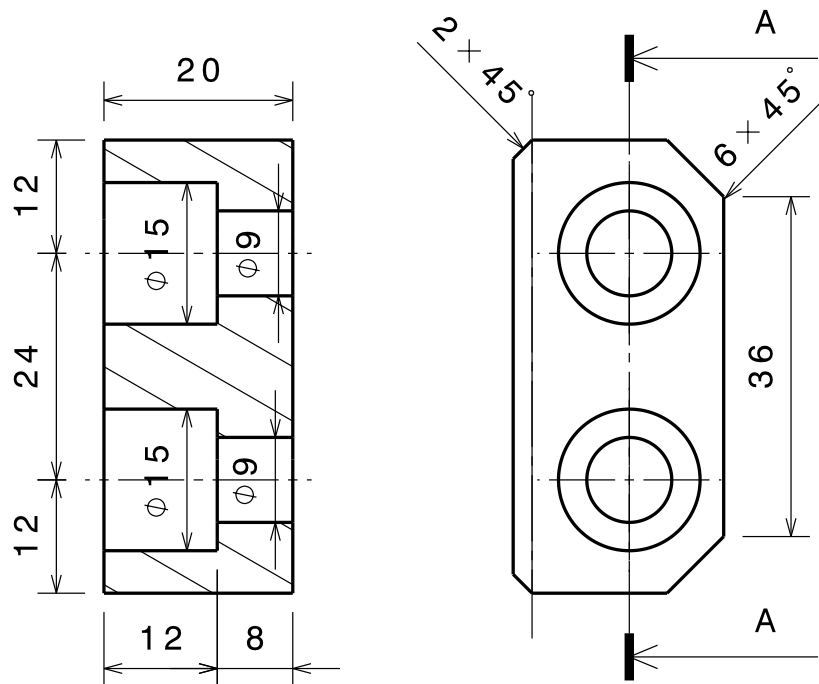
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.29

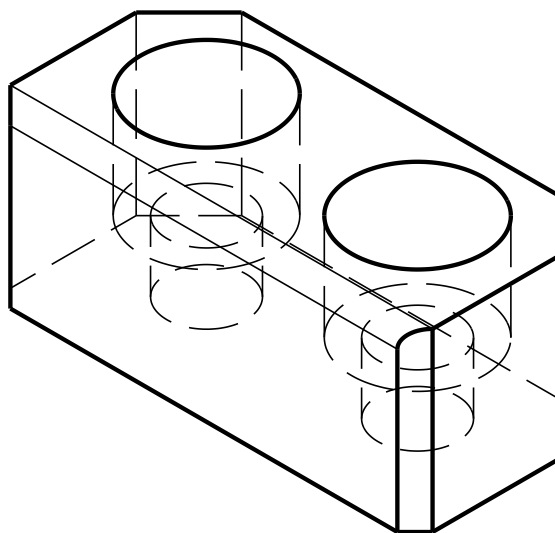
Sustituye a:

Sustituido por:





Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

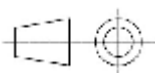
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA

1:2

PROYECCIÓN



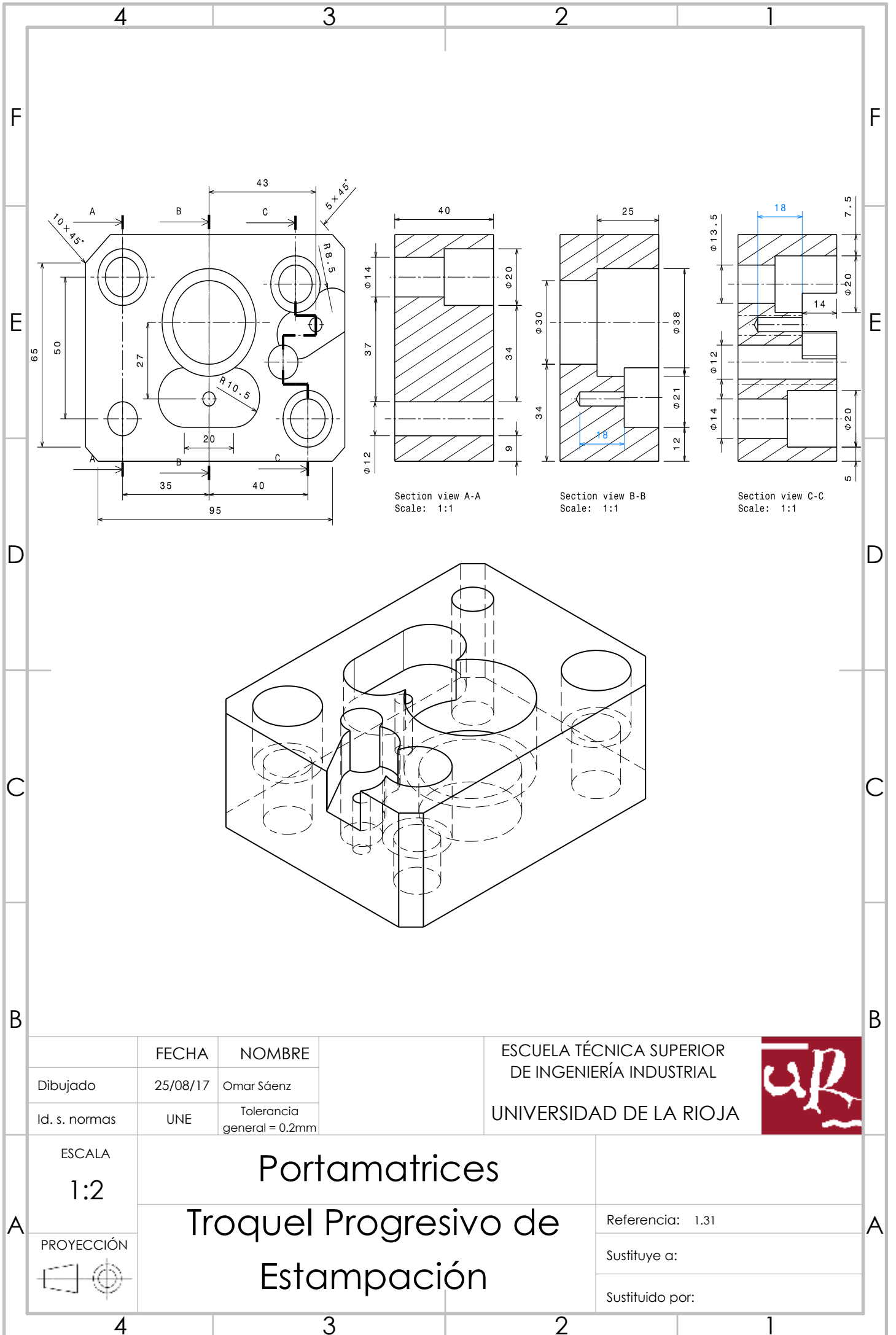
Reacción

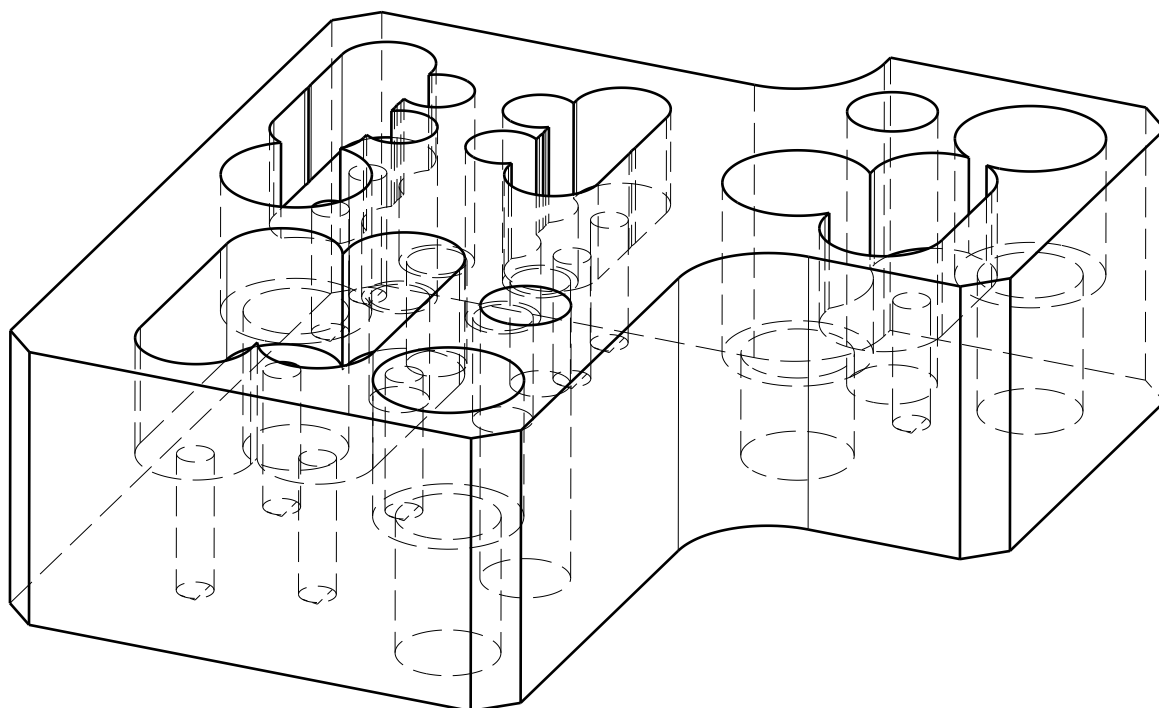
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.30

Sustituye a:

Sustituido por:





	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

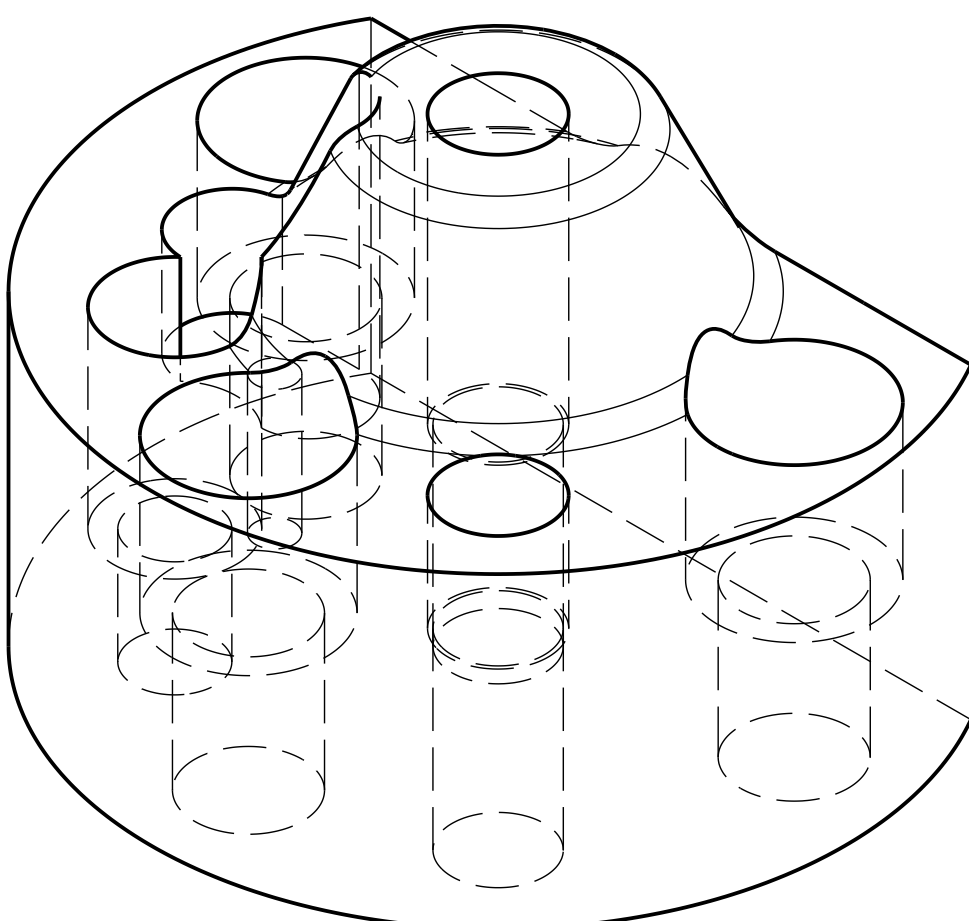

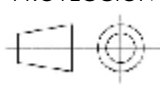
Portamatrices Troquel Progresivo de Estampación

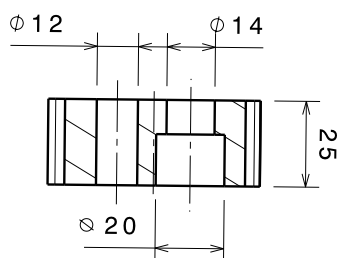
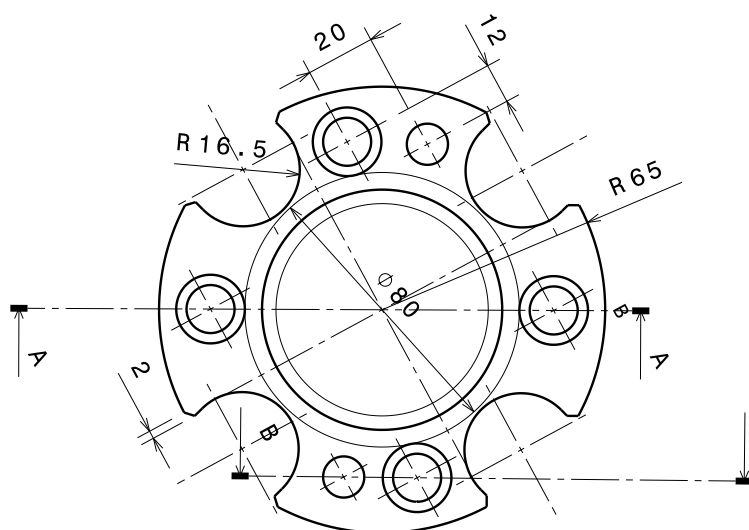
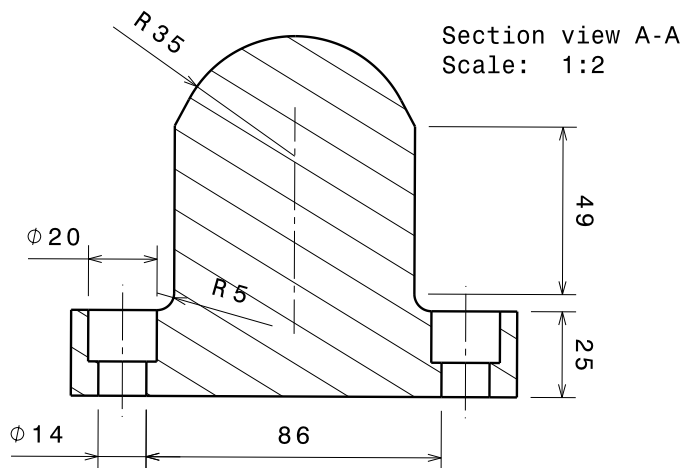
Referencia: 1.32

Sustituye a:

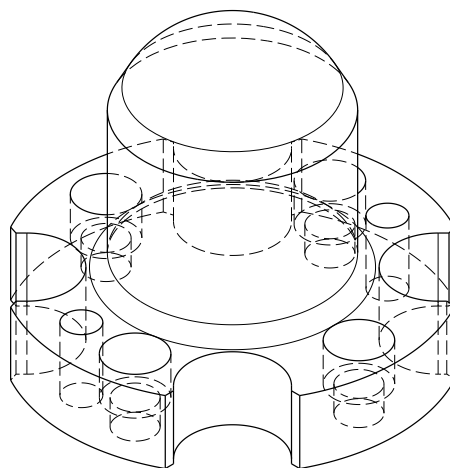
Sustituido por:



	4	3	2	1		
F						F
E						E
D						D
C						C
B						B
A		FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
	Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA		
	Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
	ESCALA 1:2	Portamatrices Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.33	
	PROYECCIÓN 				Sustituye a:	
Sustituido por:						
	4	3	2	1		

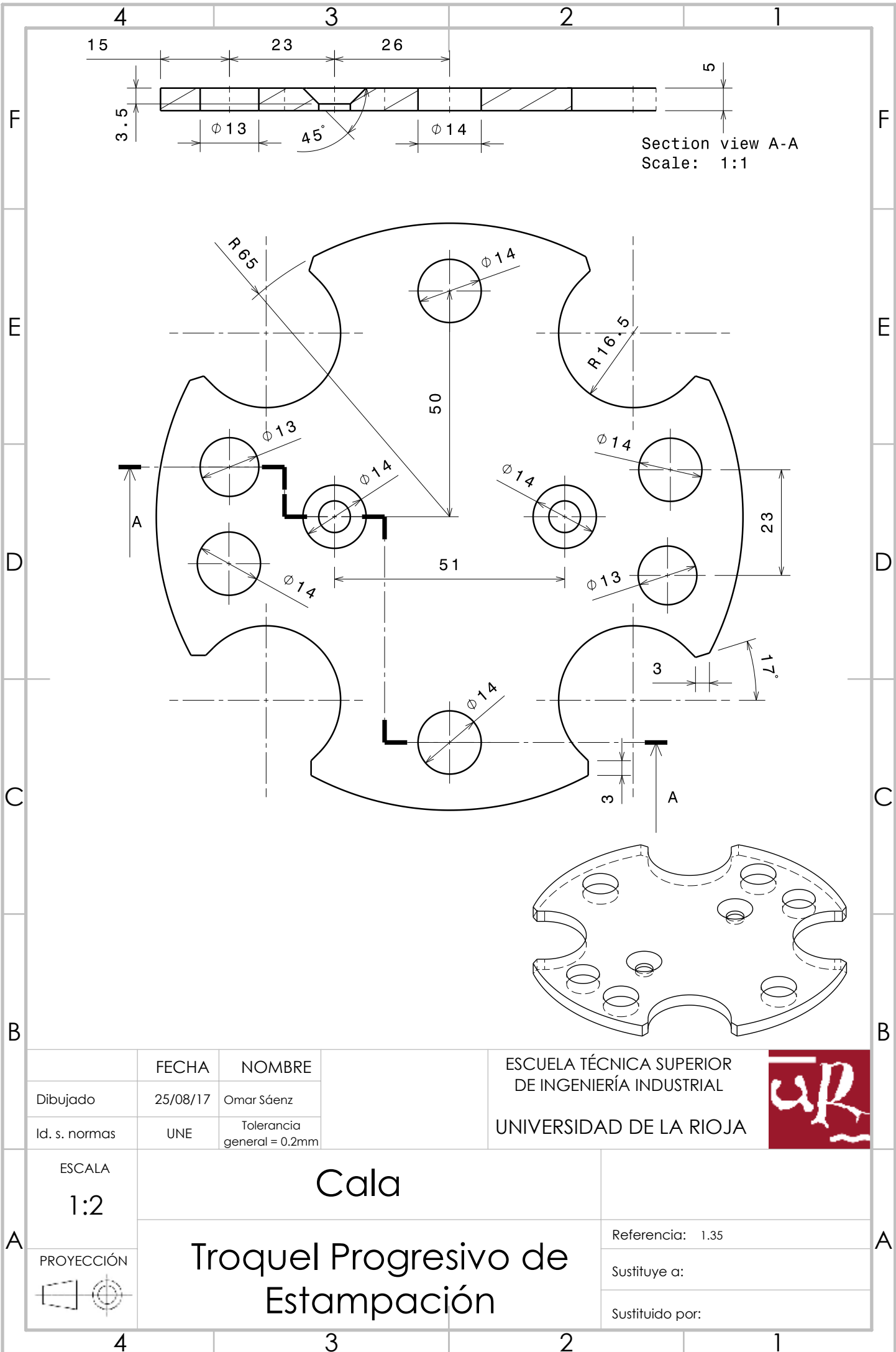


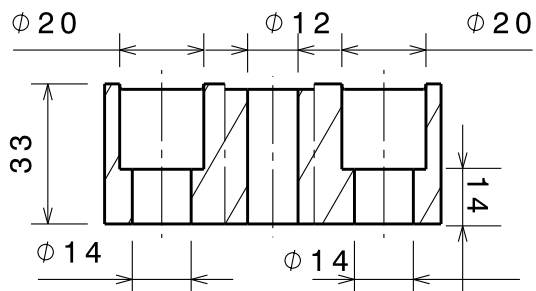
Section view B-B
Scale: 1:2



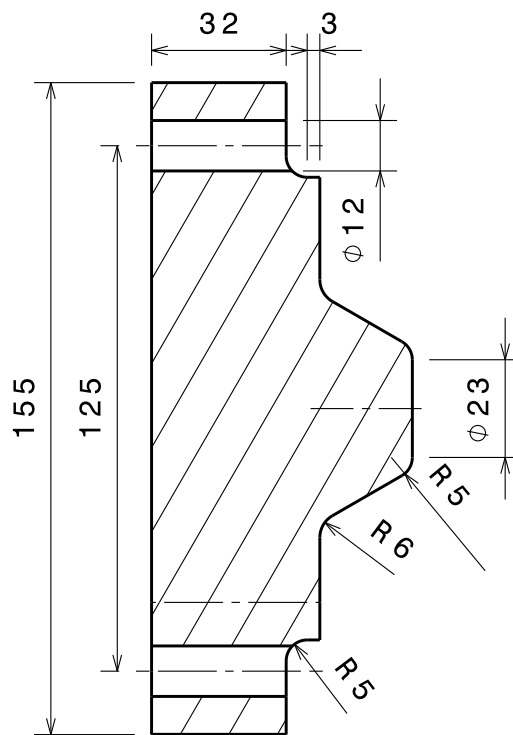
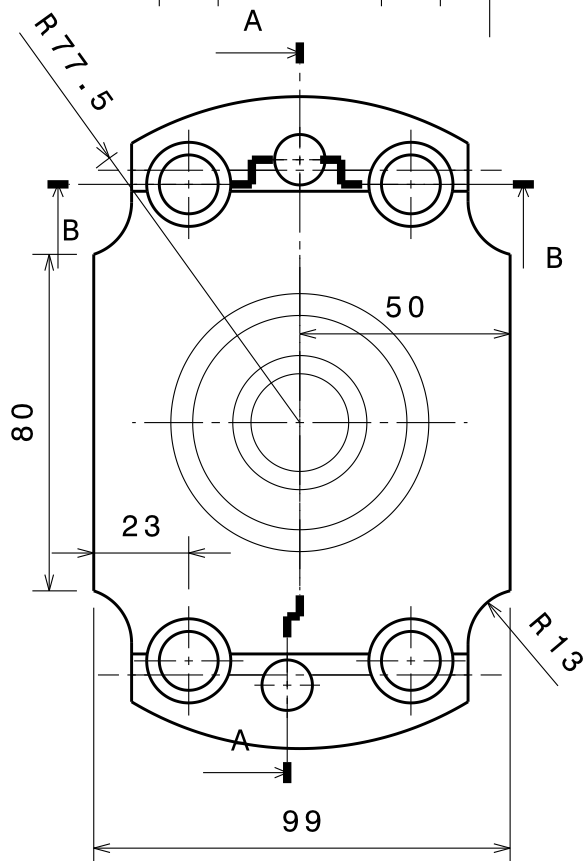
N8/(N6/)

	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Macho Doblado Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.34
PROYECCIÓN 				Sustituye a:
				Sustituido por:

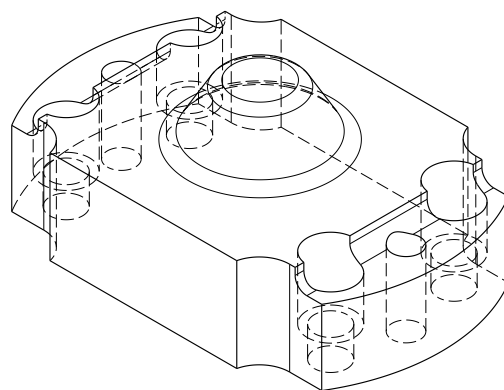




Section view B-B
Scale: 1:2



Section view A-A
Scale: 1:2



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

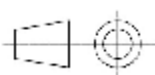
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Macho Doblado

PROYECCIÓN



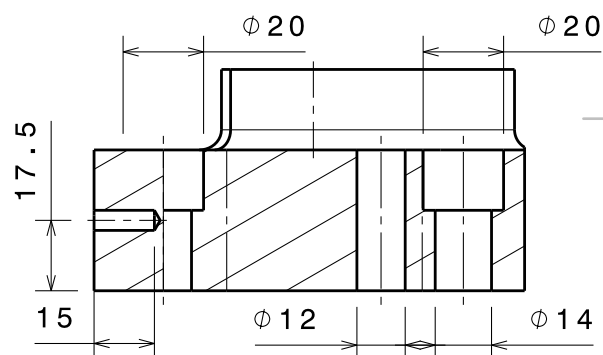
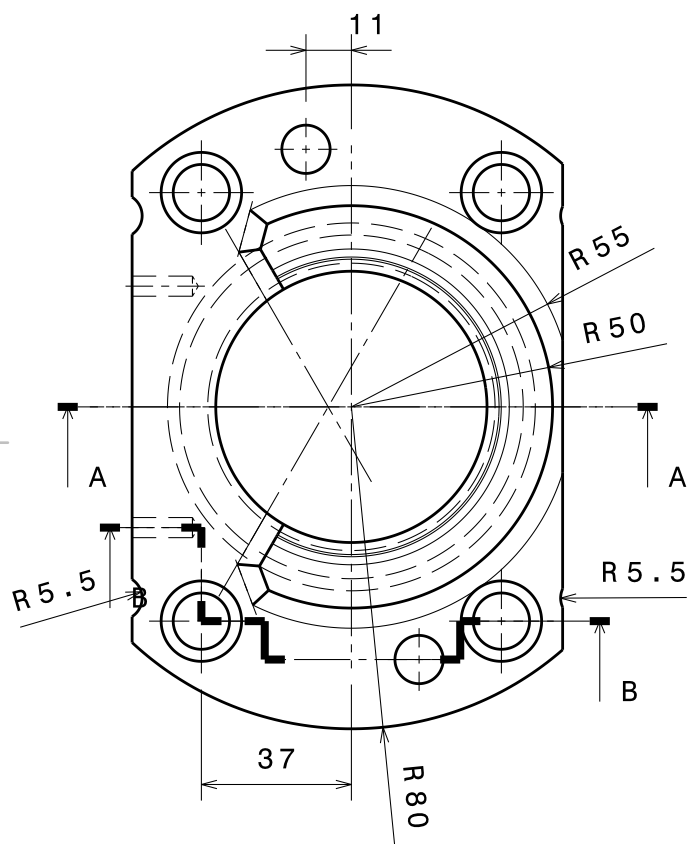
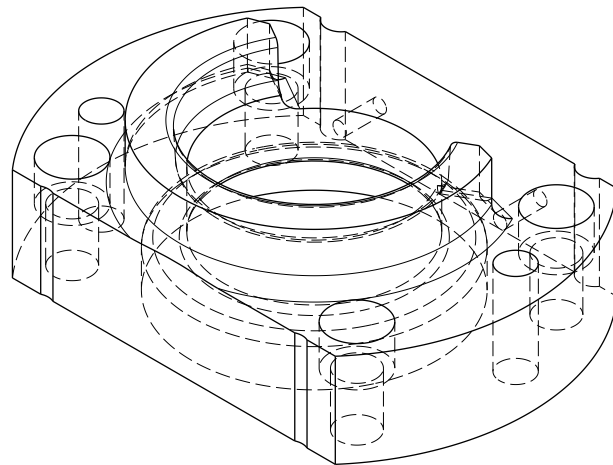
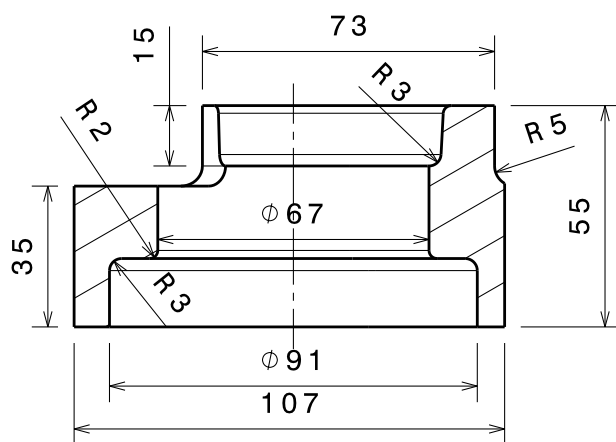
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.36

Sustituye a:

Sustituido por:

Section view A-A
Scale: 1:2



Section view B-B
Scale: 1:2

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

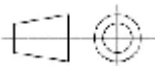
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Macho Doblado

PROYECCIÓN

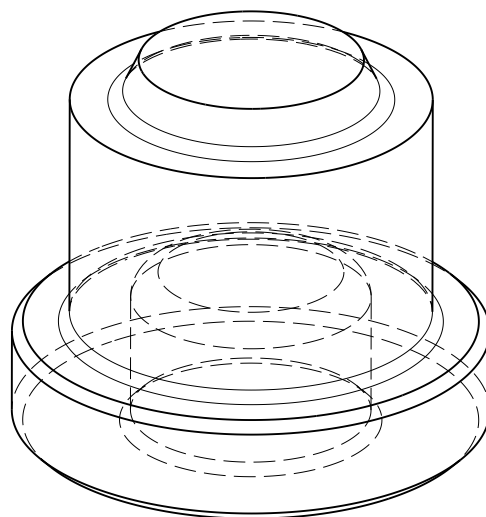
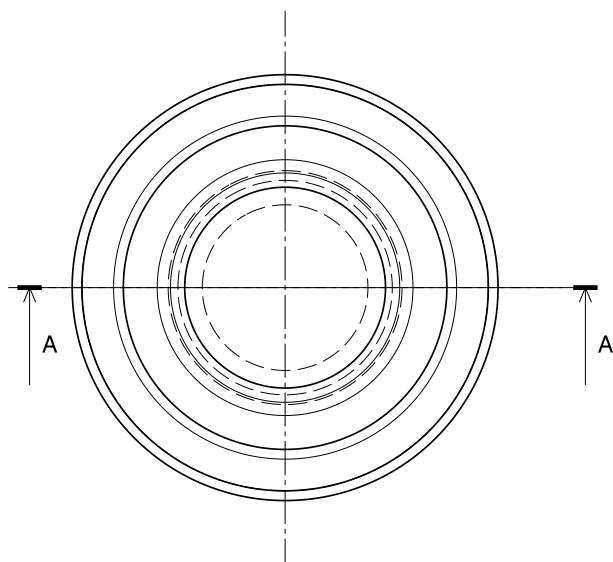
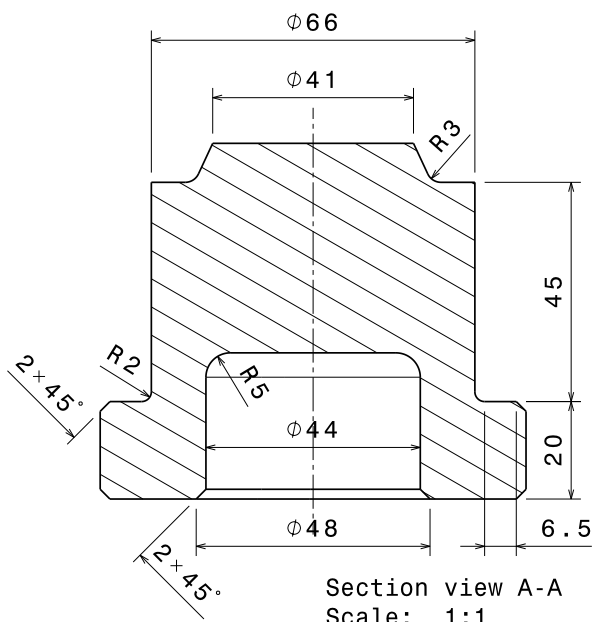


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 1.37

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

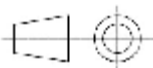
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA

1:2

PROYECCIÓN



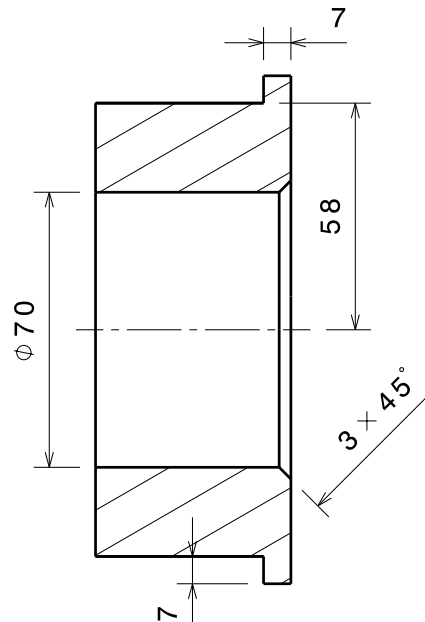
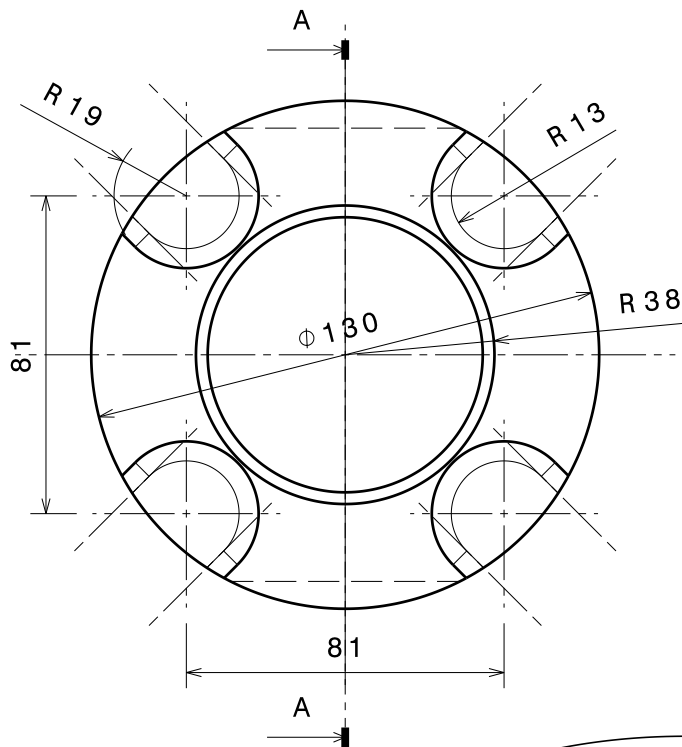
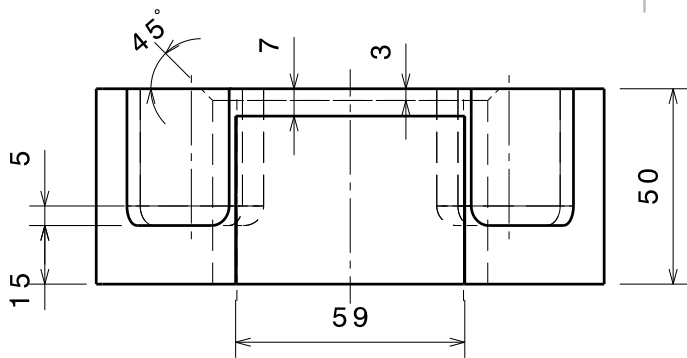
Fondo Móvil

Troquel Progresivo de
Estampación

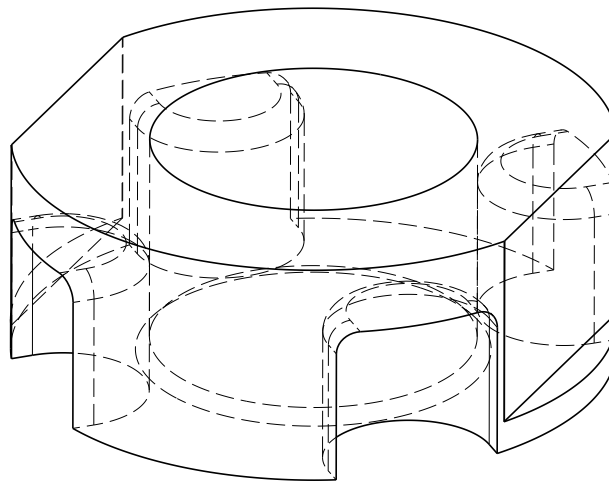
Referencia: 1.38

Sustituye a:

Sustituido por:



Section view A-A
Scale: 1:2



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

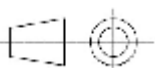
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Pisador

PROYECCIÓN

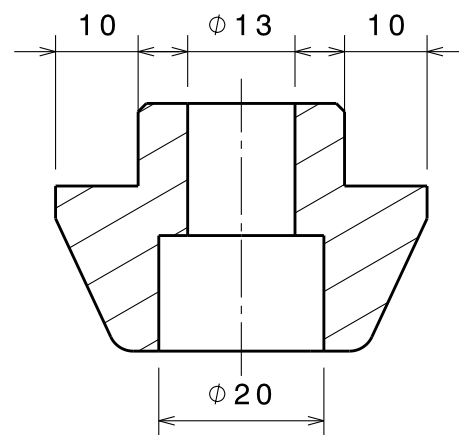
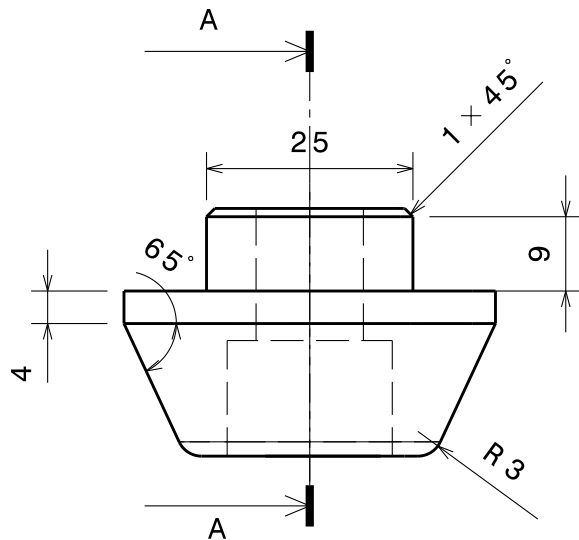


Troquel Progresivo de
Estampación

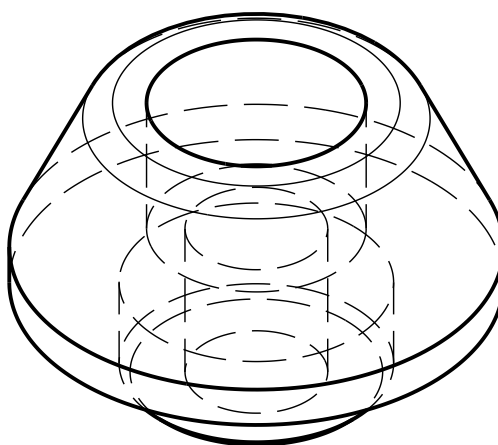
Referencia: 1.39

Sustituye a:

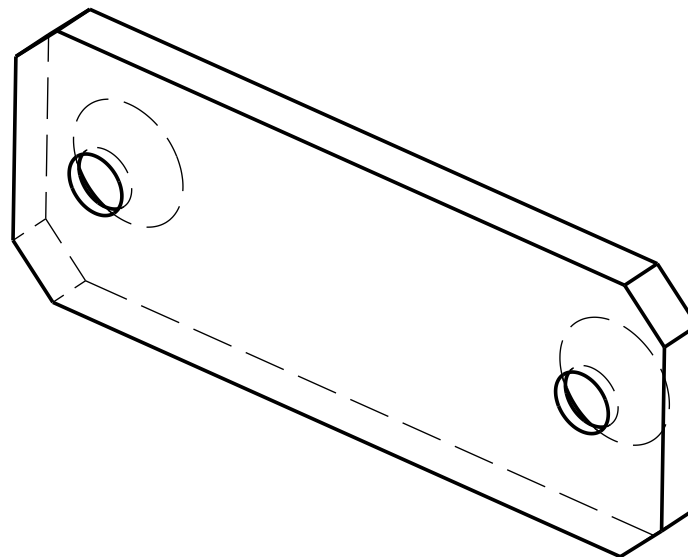
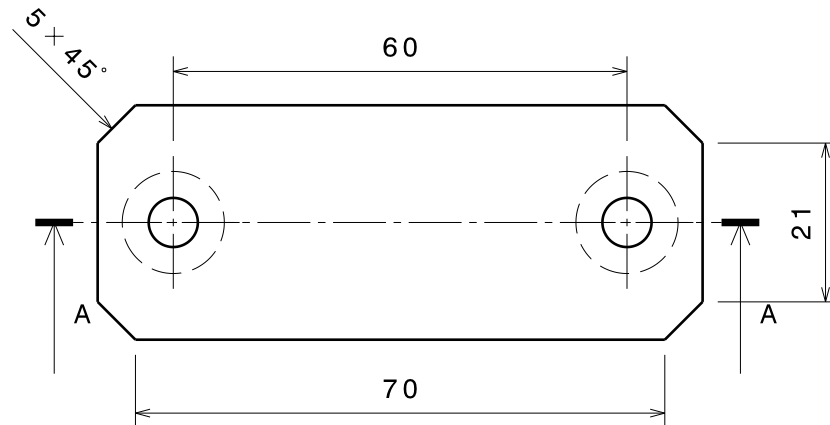
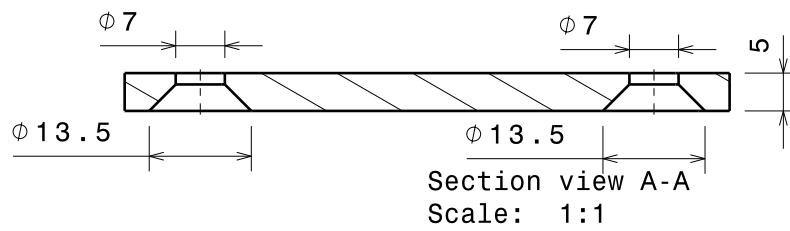
Sustituido por:



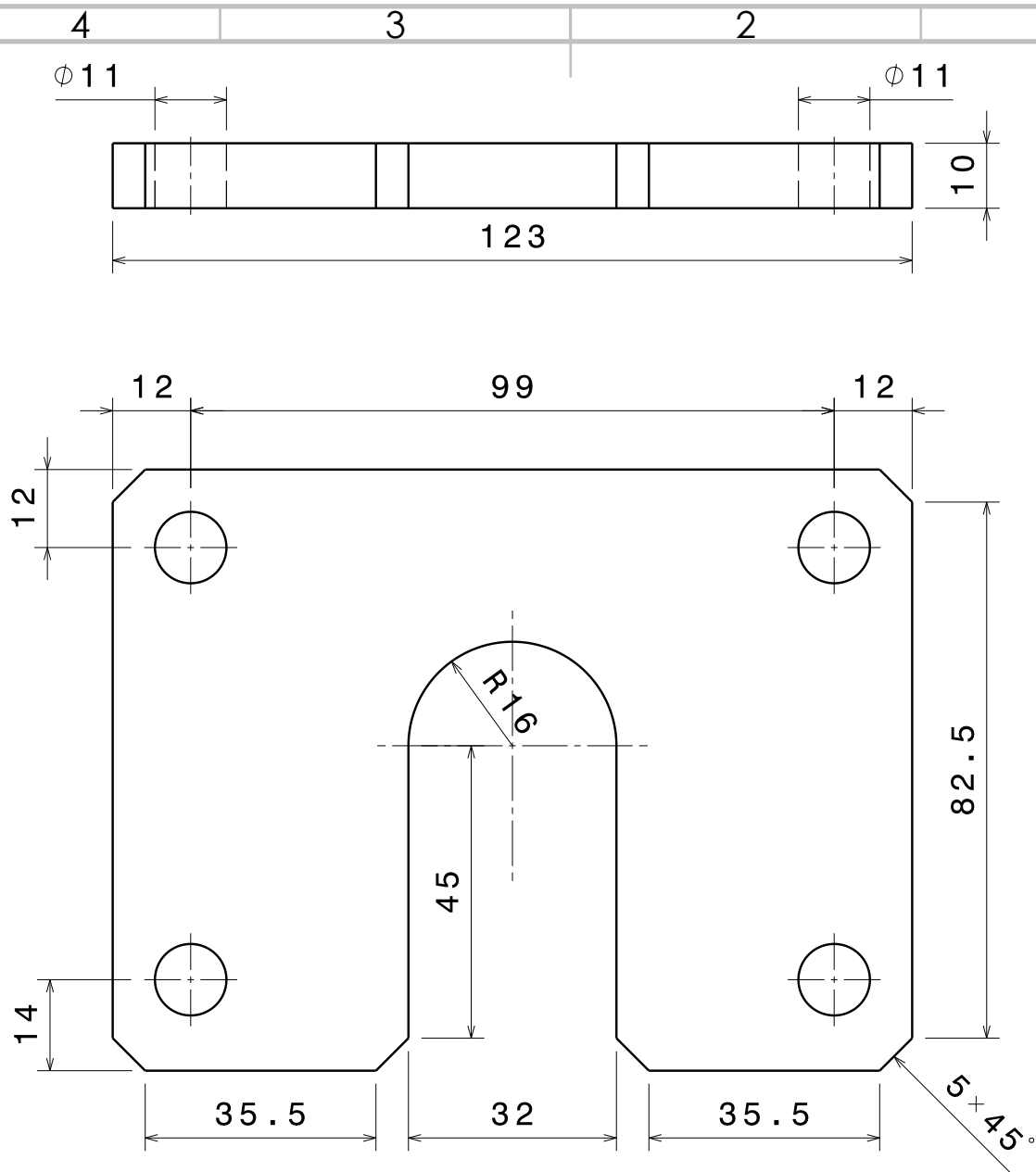
Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Centrador Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.40	
PROYECCIÓN				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Cala Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.41
PROYECCIÓN 				Sustituye a:
				Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento amarre Troquel Progresivo de Estampación

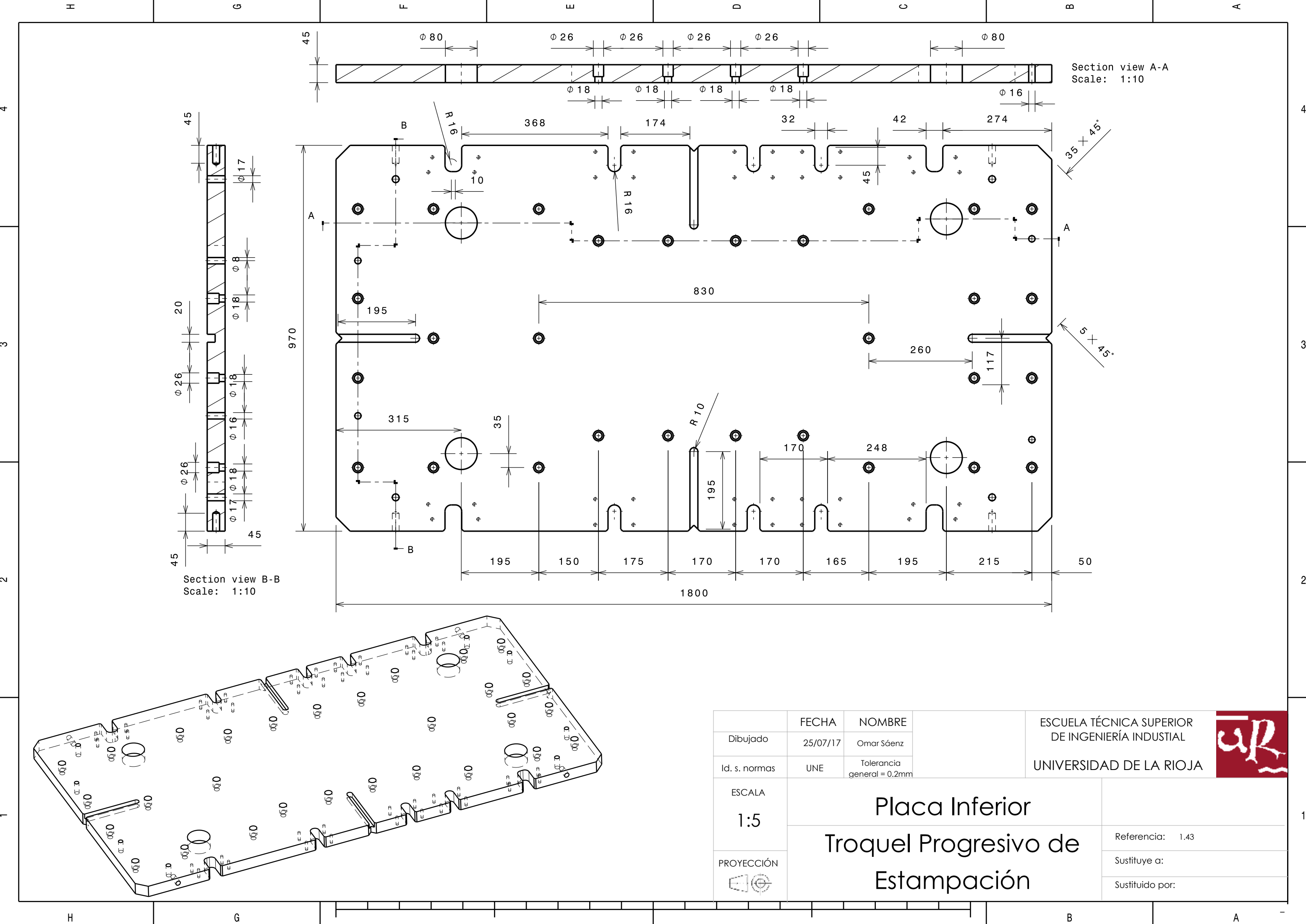
Referencia: 1.42

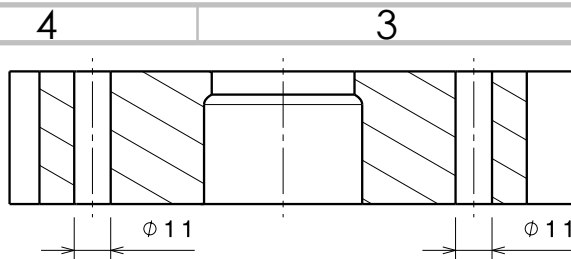
Sustituye a:

Sustituido por:

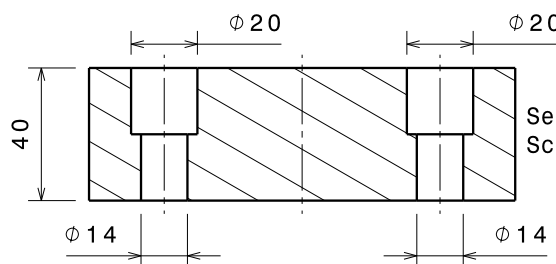
PROYECCIÓN



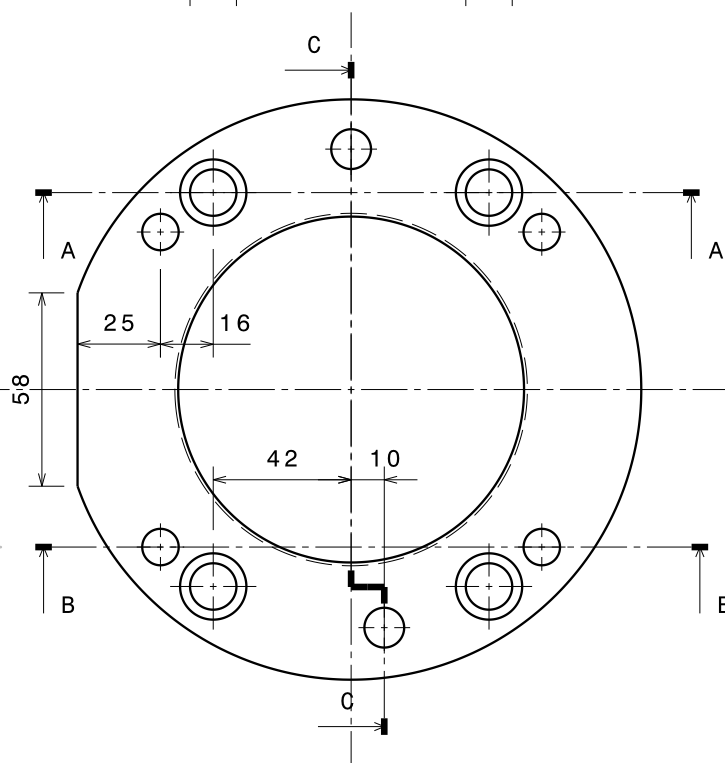




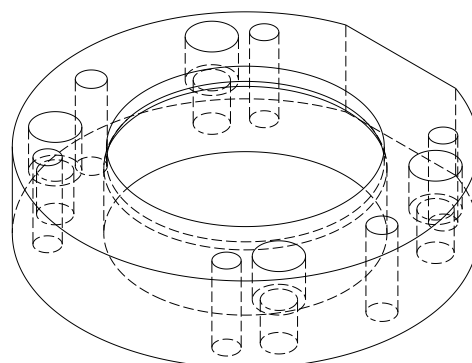
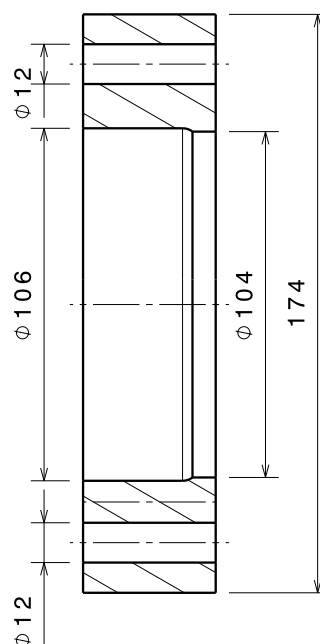
Section view B-B
Scale: 1:2



Section view A-A
Scale: 1:2



Section view C-C
Scale: 1:2



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Cuchilla inferior

Troquel Progresivo de Estampación

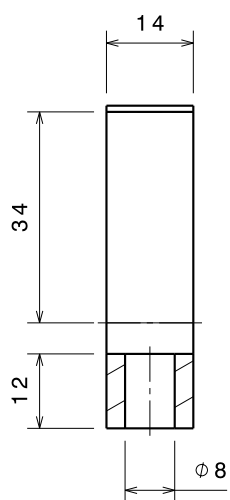
Referencia: 1.44

Sustituye a:

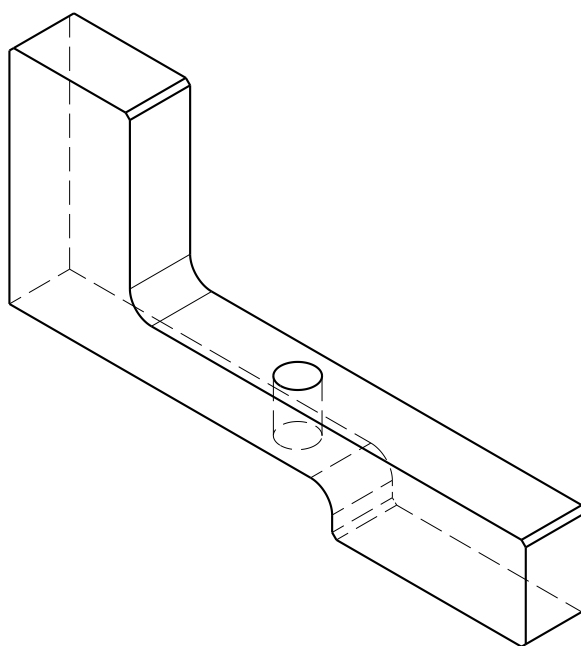
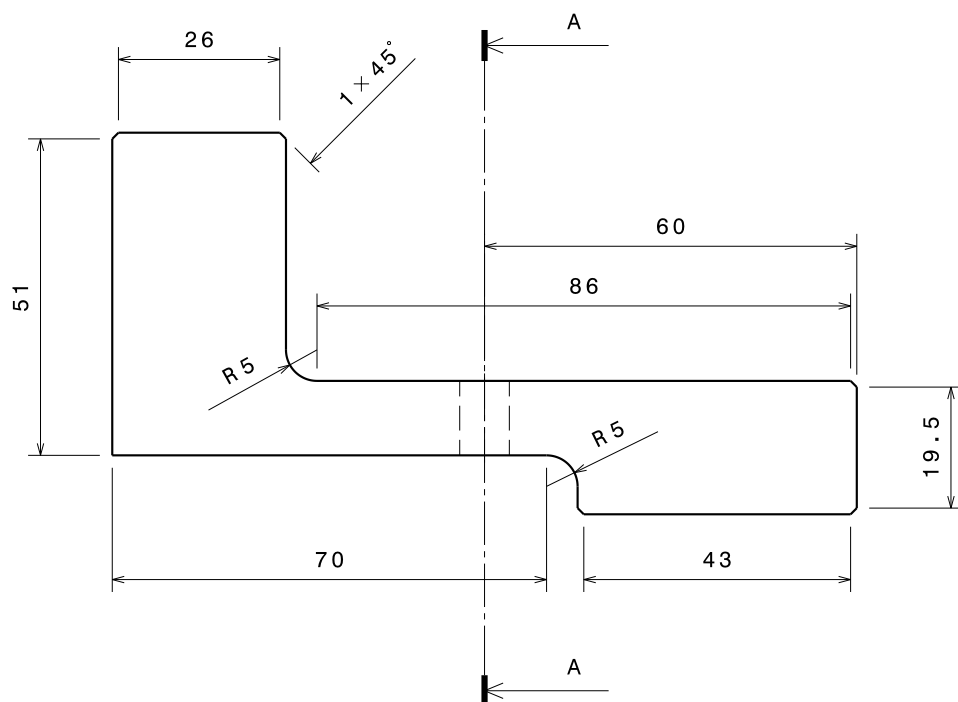
Sustituido por:

PROYECCIÓN





Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA

1:1

PROYECCIÓN



Balancín

Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 1.45

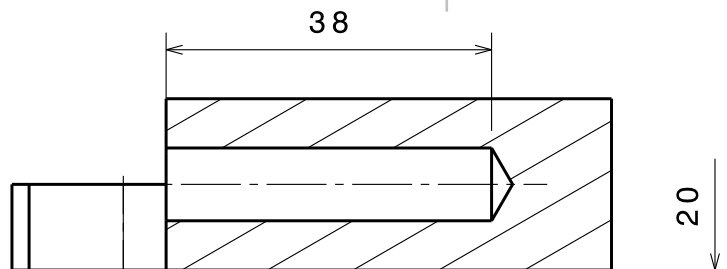
Sustituye a:

Sustituido por:

4 3 2 1

F

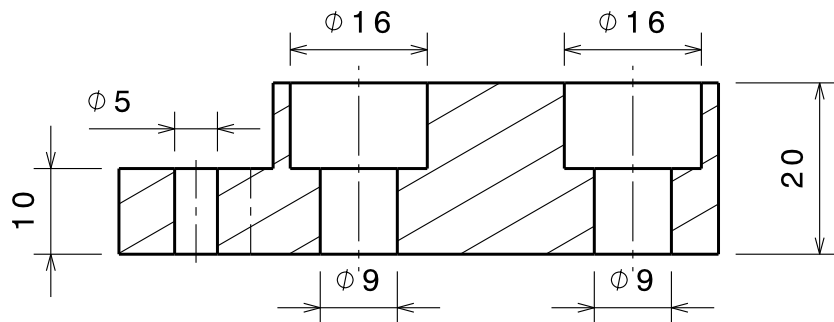
F



Section view B-B
Scale: 1:1

E

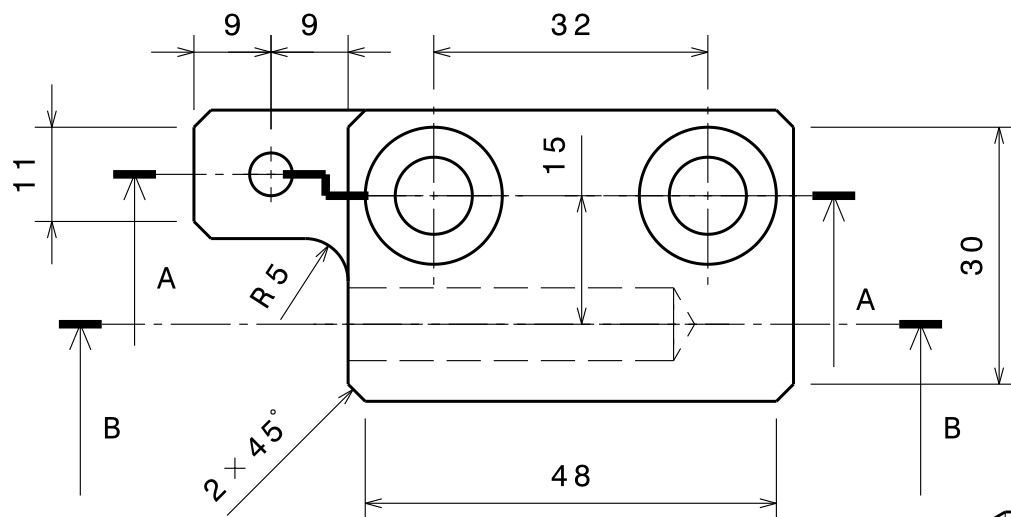
E



Section view A-A
Scale: 1:1

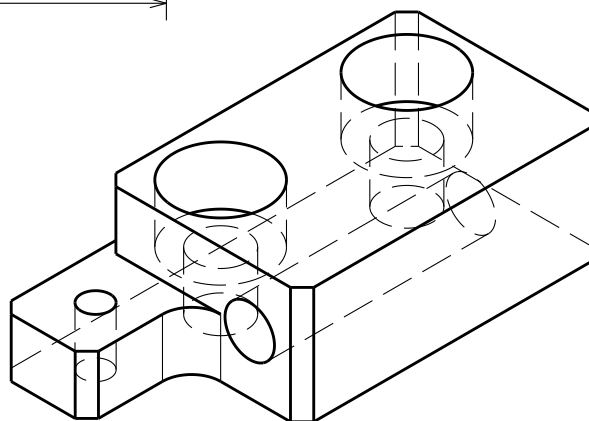
D

D



C

C



B

B

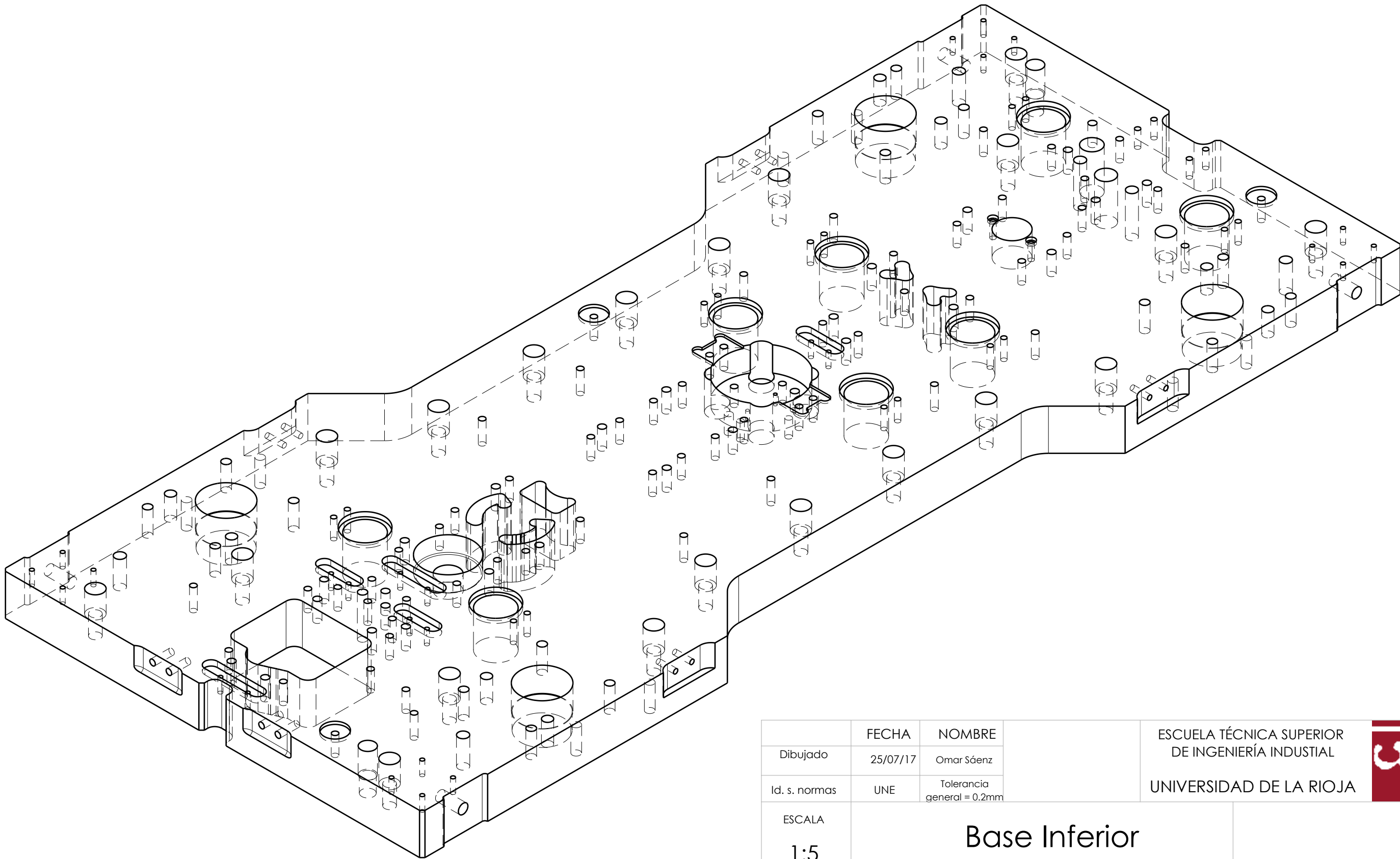
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Soporte Balancín Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.46
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:



4 3 2 1

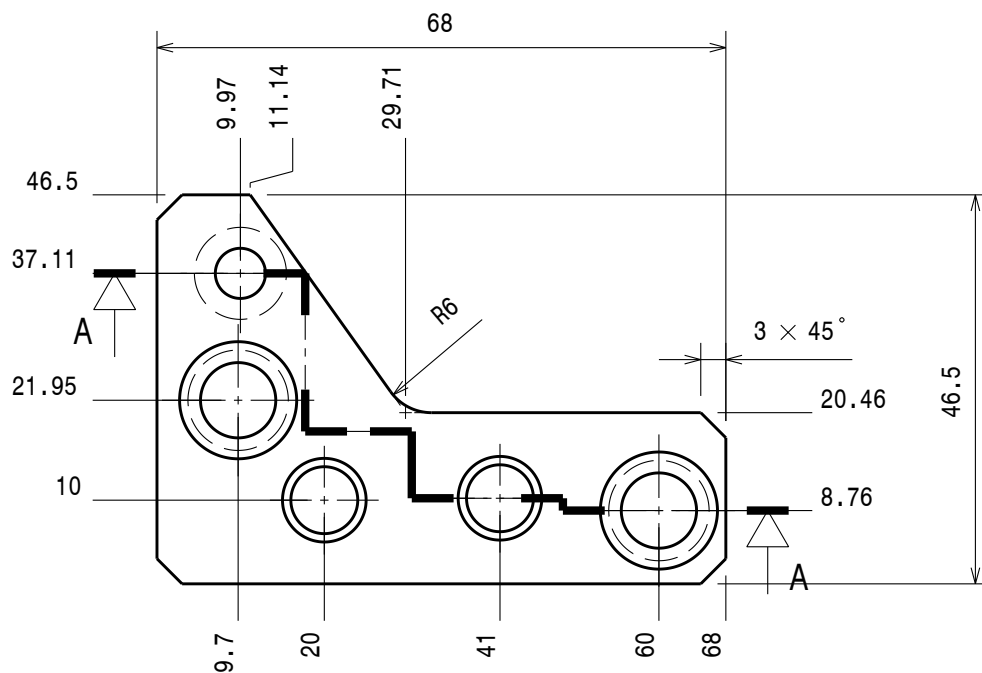
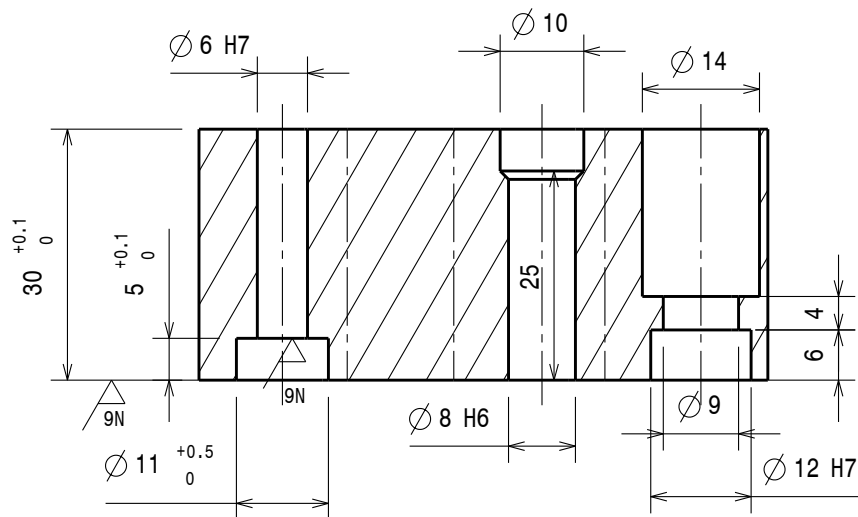
A

A



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:5	Base Inferior Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.47
PROYECCIÓN 				Sustituye a: Sustituido
				por:





N8/(N6/)

MATAR ARISTAS 0.5x45°

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = ±0.5

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA

1:1

PROYECCIÓN



Porta

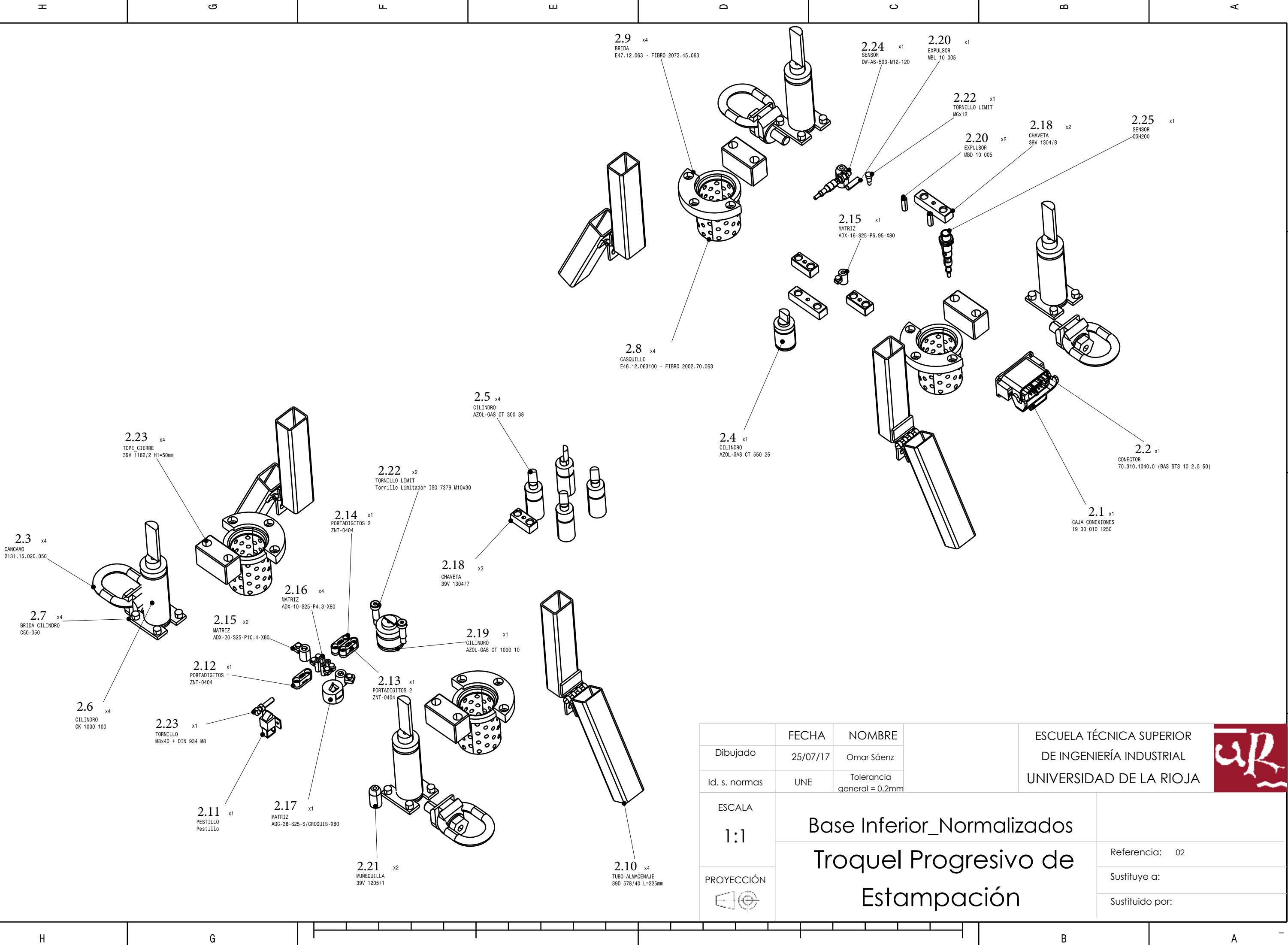
Troquel Progresivo

Estampación

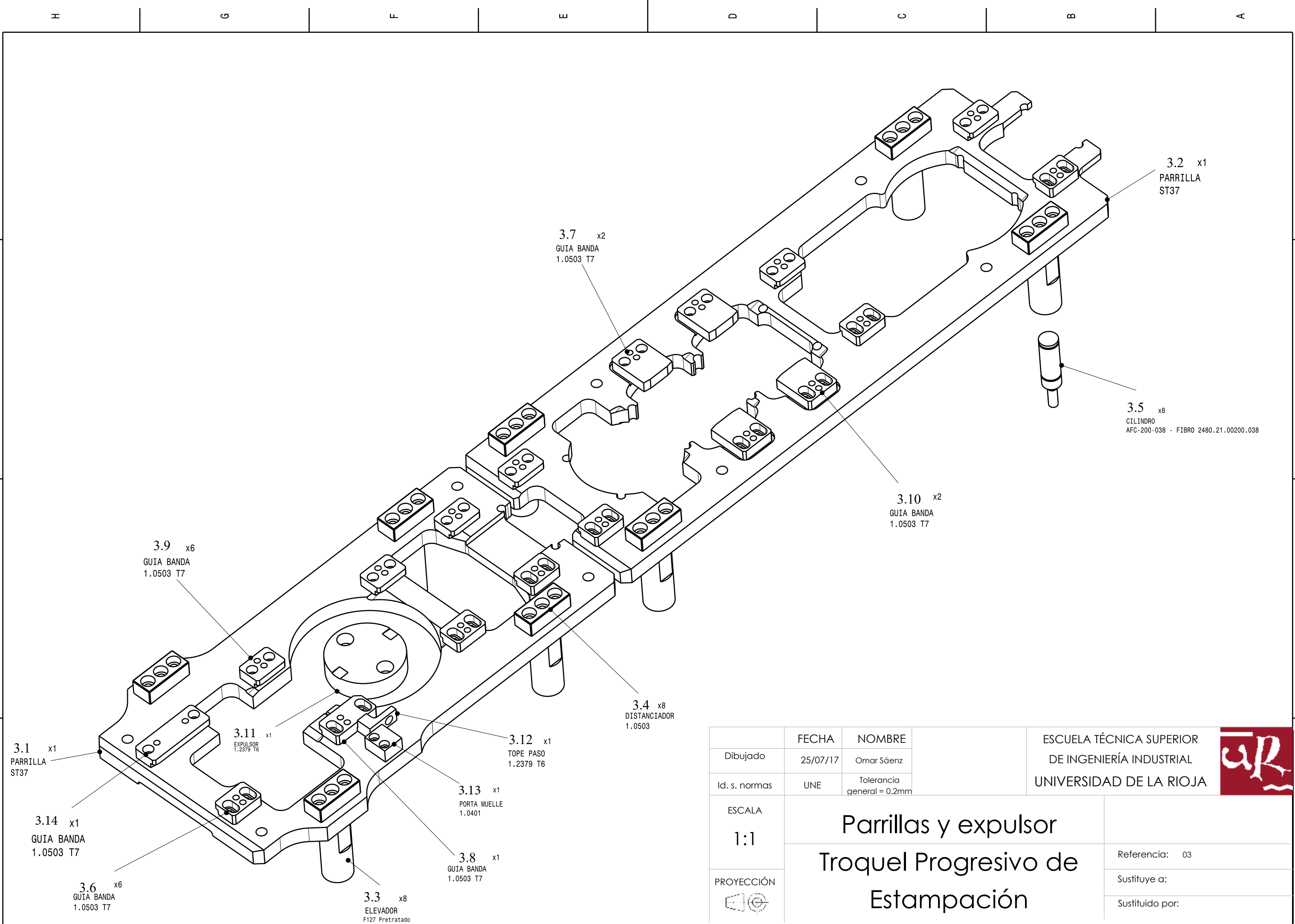
Referencia: 1.48

Sustituye a:

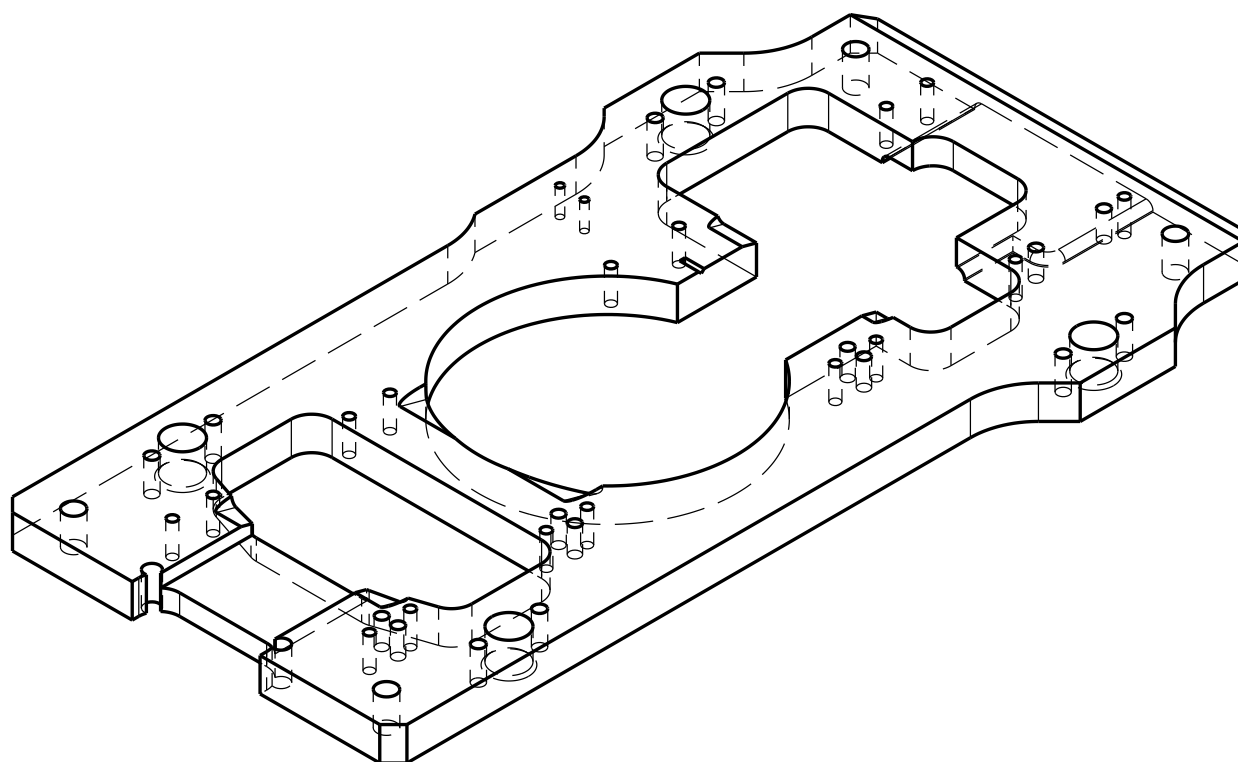
Sustituido por:



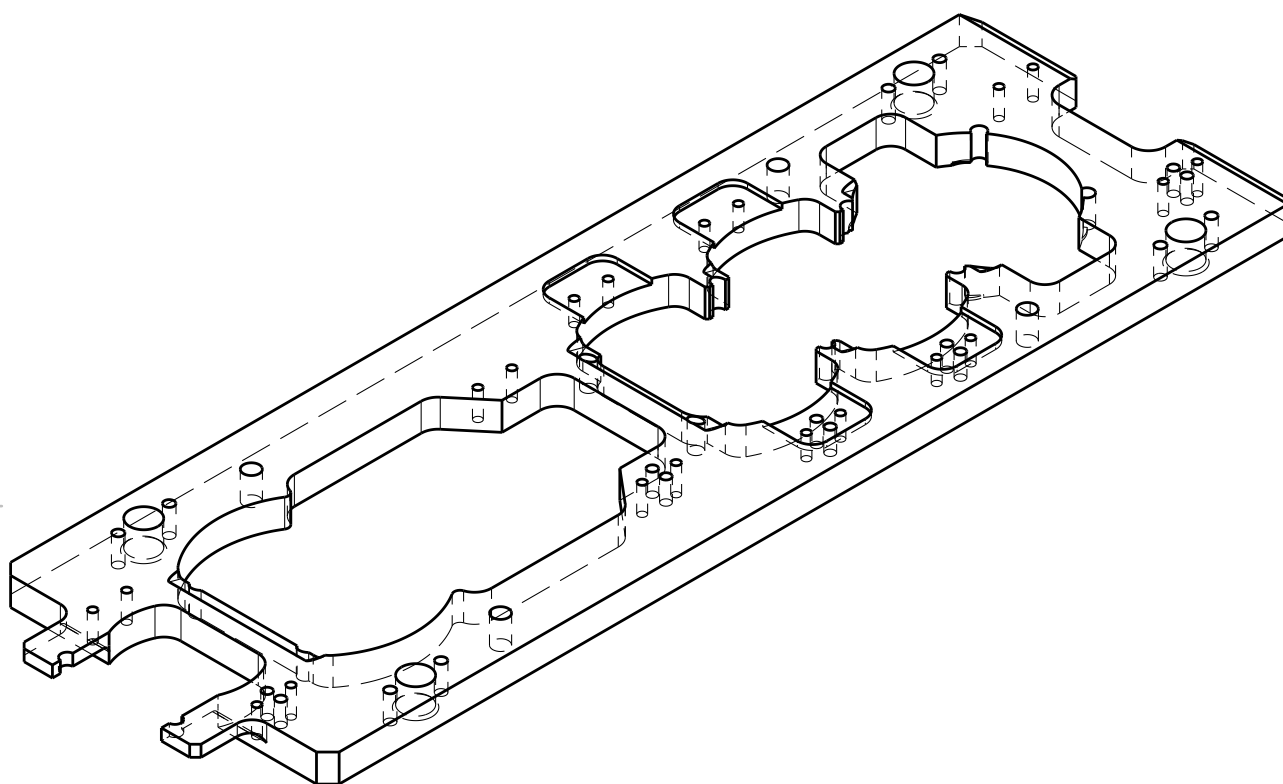
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Base Inferior_Normalizados Troquel Progresivo de Estampación			
PROYECCIÓN 				Referencia: 02
				Sustituye a:
				Sustituido por:



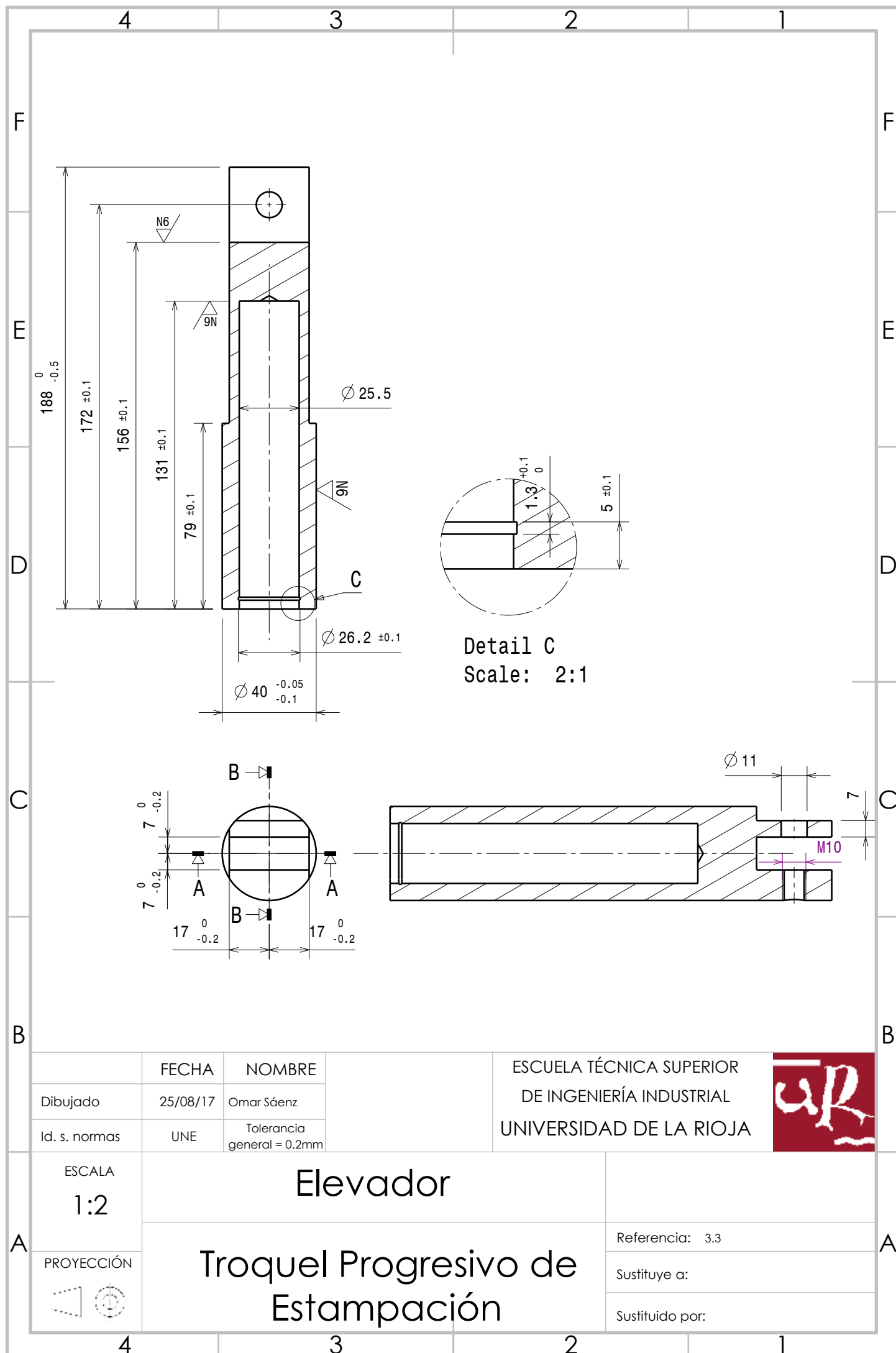
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Parrillas y expulsor Troquel Progresivo de Estampación			
PROYECCIÓN 				Referencia: 03
				Sustituye a:
				Sustituido por:



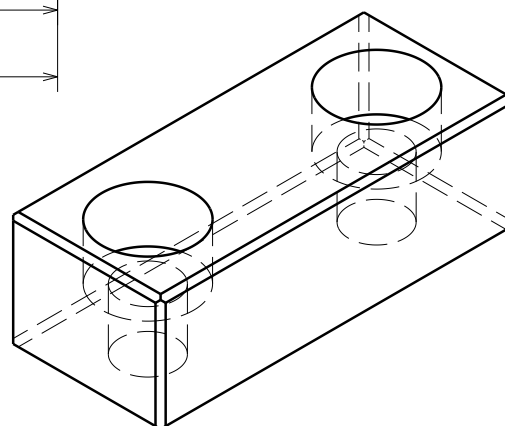
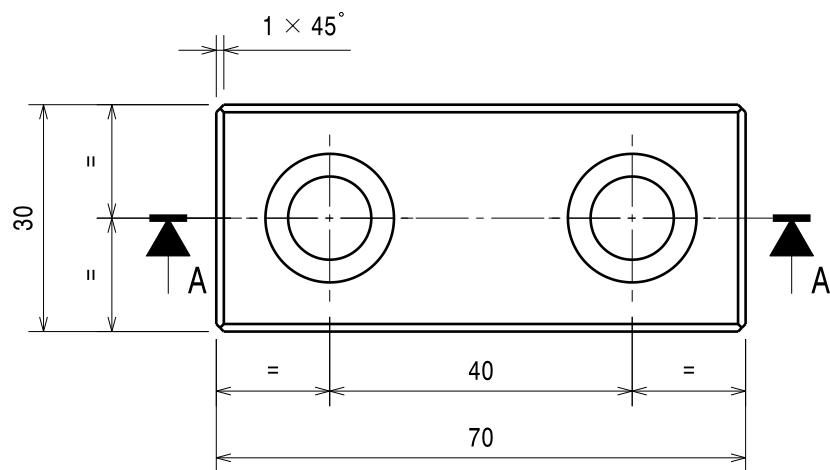
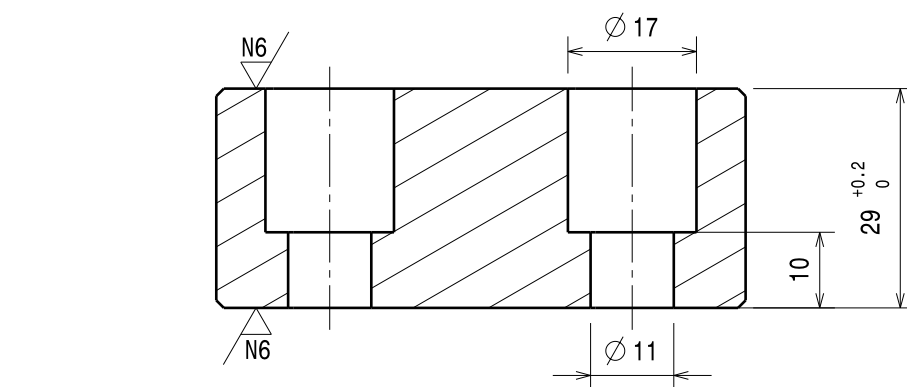
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:1	Parrilla N1x				
PROYECCIÓN 					
Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 3.1		
			Sustituye a:		
			Sustituido por:		



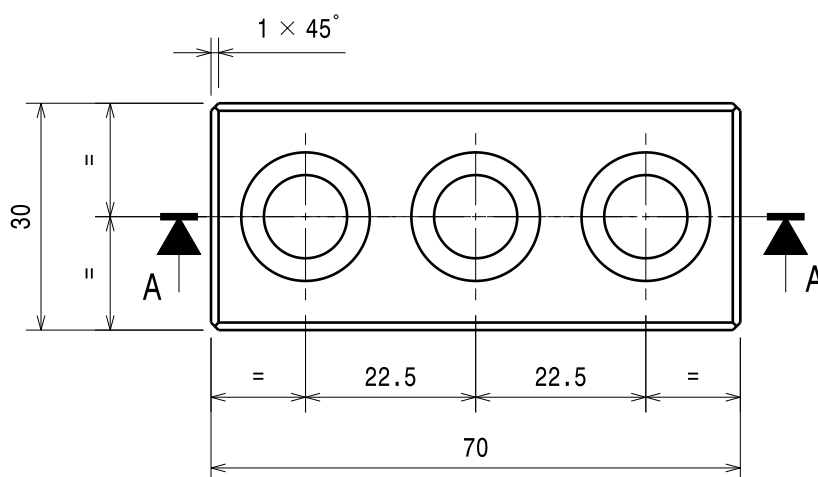
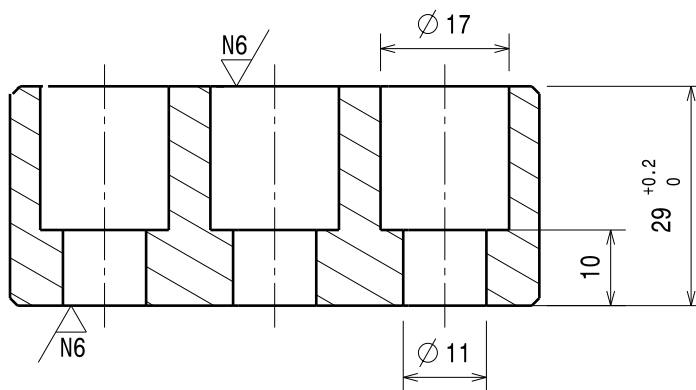
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Parrila N2x			
PROYECCIÓN				
	Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 3.2
				Sustituye a:
				Sustituido por:



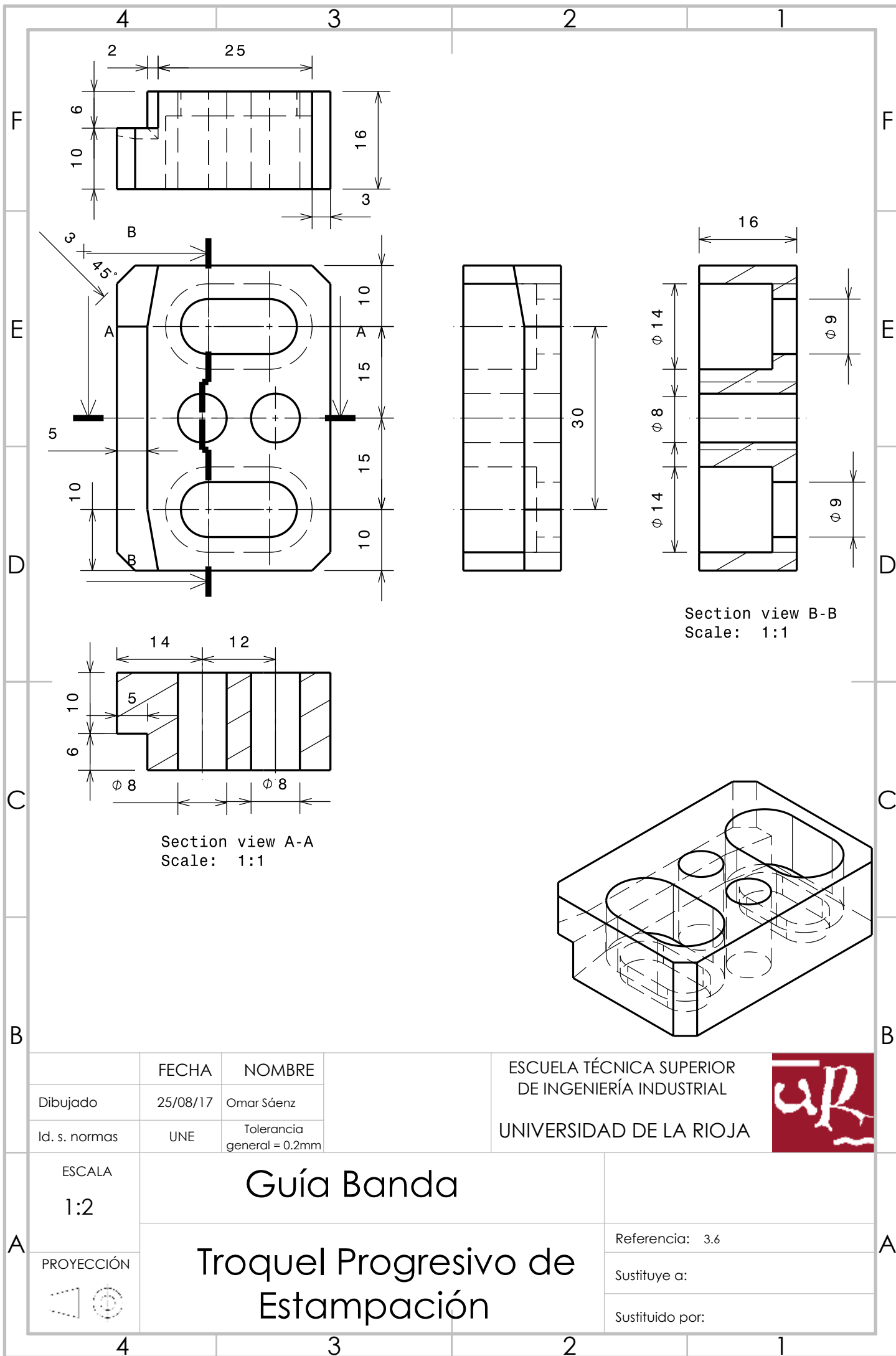
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Elevador <			



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Distanciador Toquel Progresivo de Estampación			Referencia: 3.4	
PROYECCIÓN 				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Distanciador				
PROYECCIÓN 				Referencia: 1.4	
Troquel Progresivo de Estampación			Sustituye a:		
			Sustituido por:		



Section view B-B
Scale: 1:1

Section view A-A
Scale: 1:1

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Guía Banda

PROYECCIÓN

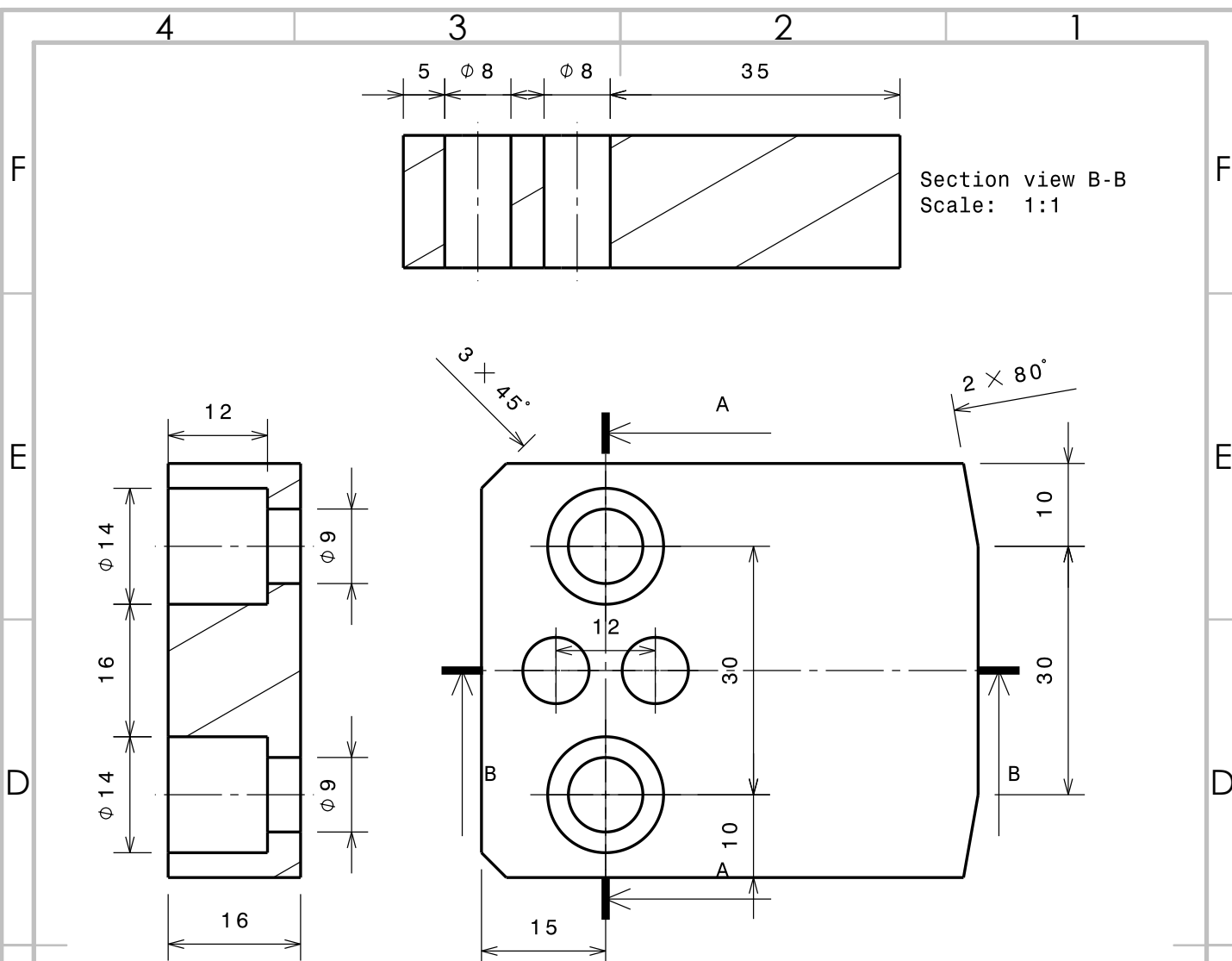


Troquel Progresivo de
Estampación

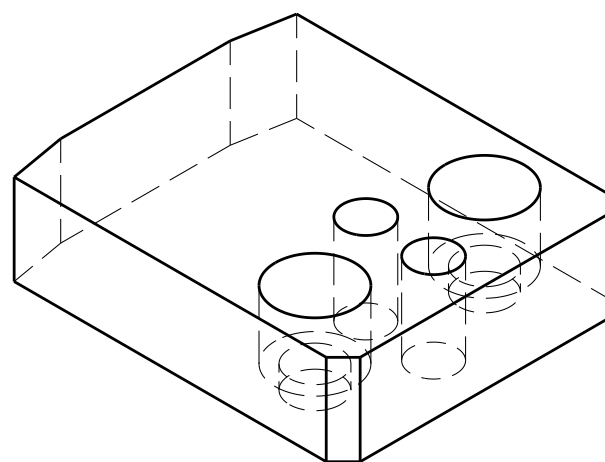
Referencia: 3.6

Sustituye a:

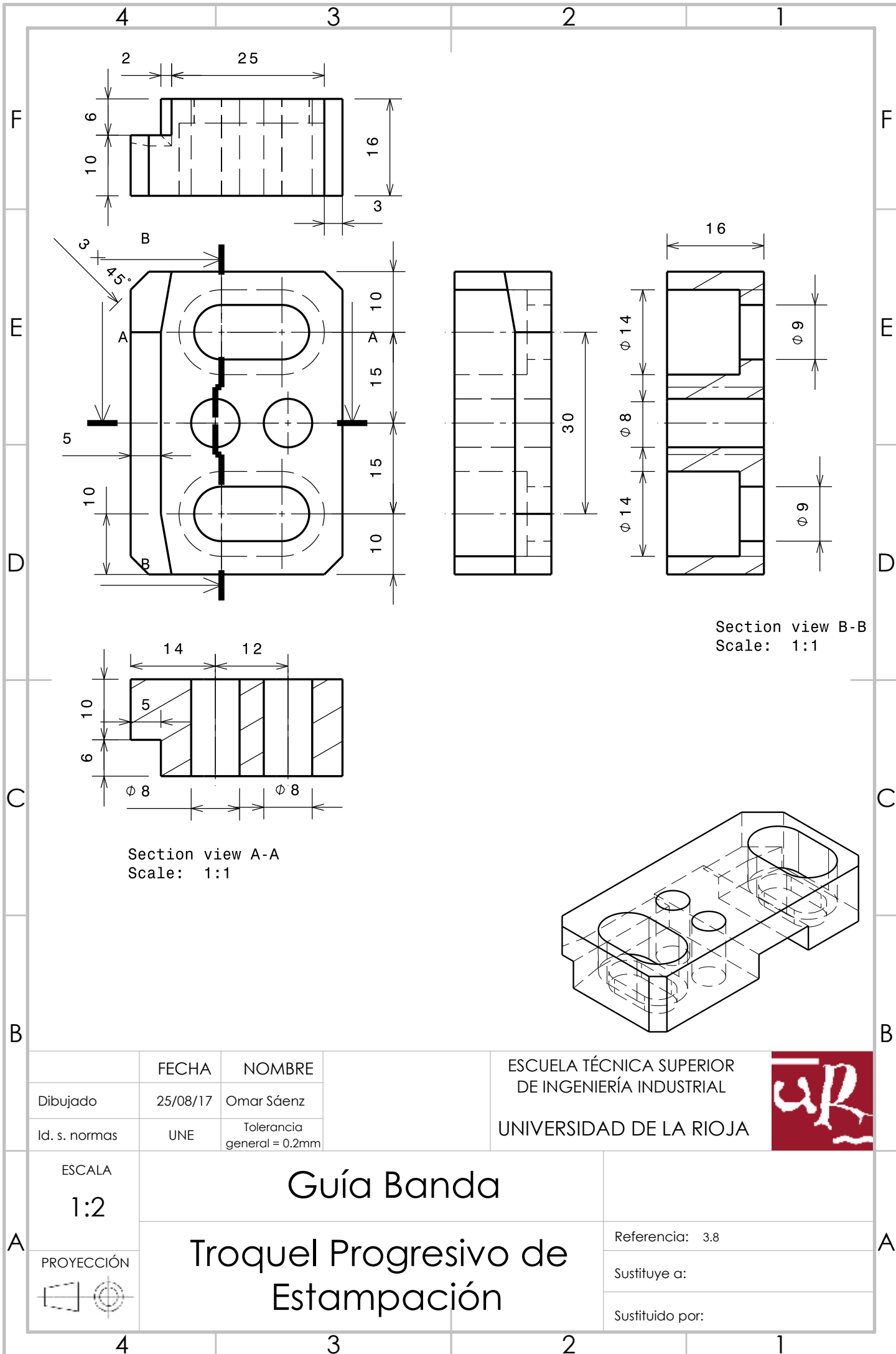
Sustituido por:



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Cilindro			
PROYECCIÓN 				Referencia: 3.7
Troquel Progresivo de Estampación			Sustituye a:	A
			Sustituido por:	
4	3	2	1	



Section view B-B
Scale: 1:1

Section view A-A
Scale: 1:1

B

B

C

C

D

D

E

E

F

F

A

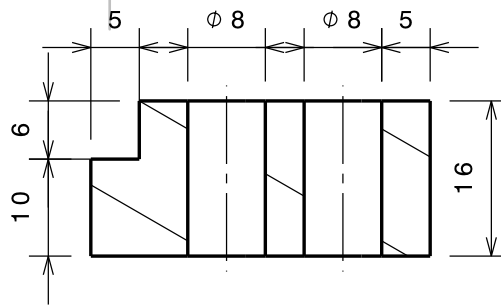
A

	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Guía Banda Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 3.8	
PROYECCIÓN 				Sustituye a:	
				Sustituido por:	

4 3 2 1

F

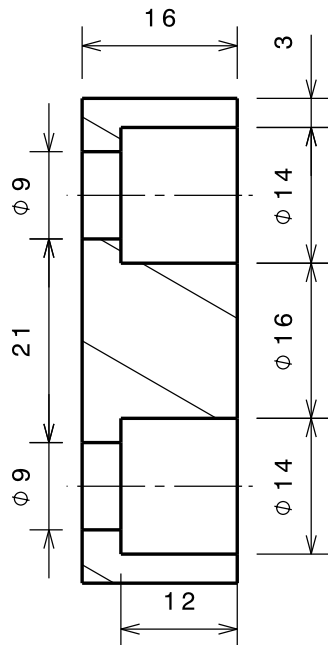
F



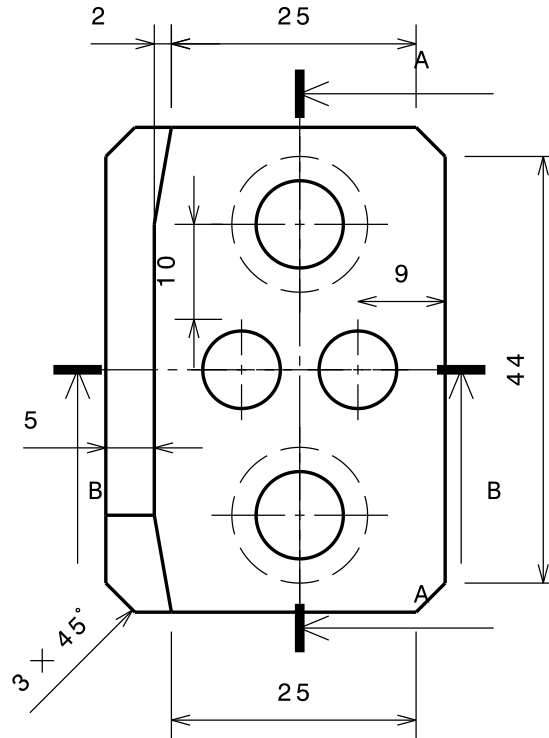
Section view B-B
Scale: 1:1

E

E



Section view A-A
Scale: 1:1

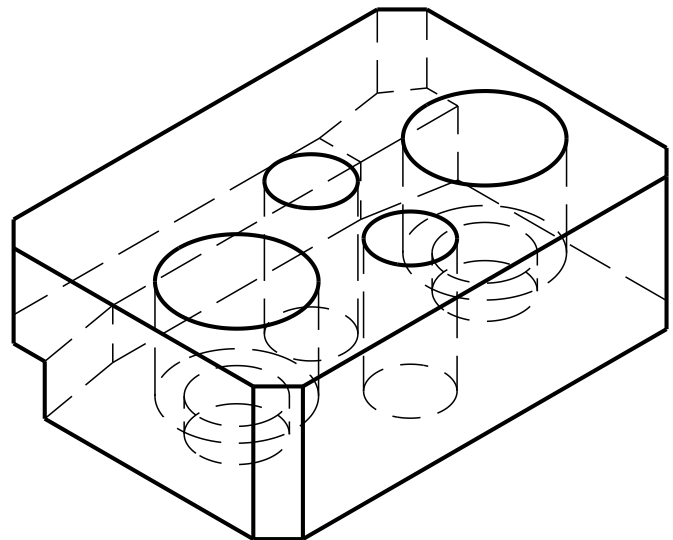


D

D

C

C



B

B

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



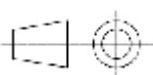
A

A

ESCALA

1:2

PROYECCIÓN



Guía Banda

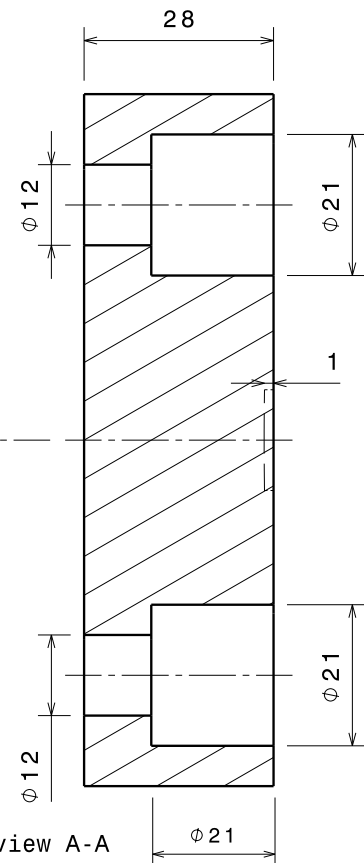
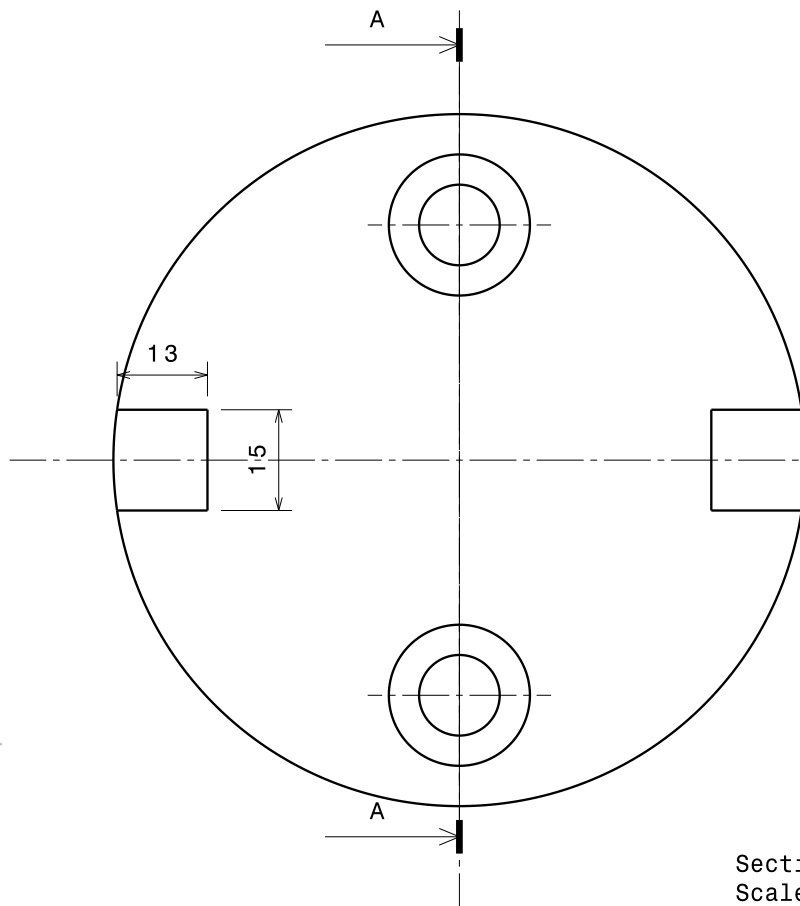
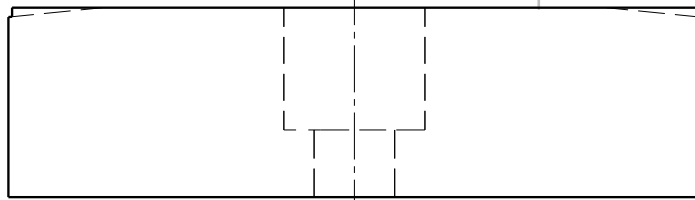
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 3.9

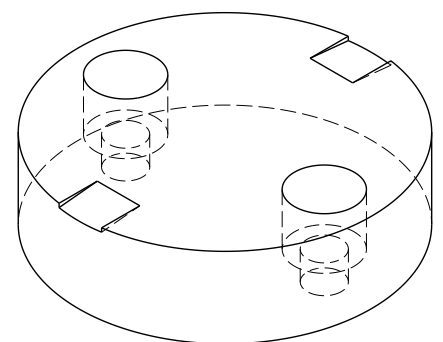
Sustituye a:

Sustituido por:

4 3 2 1



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Expulsor

Troquel Progresivo de Estampación

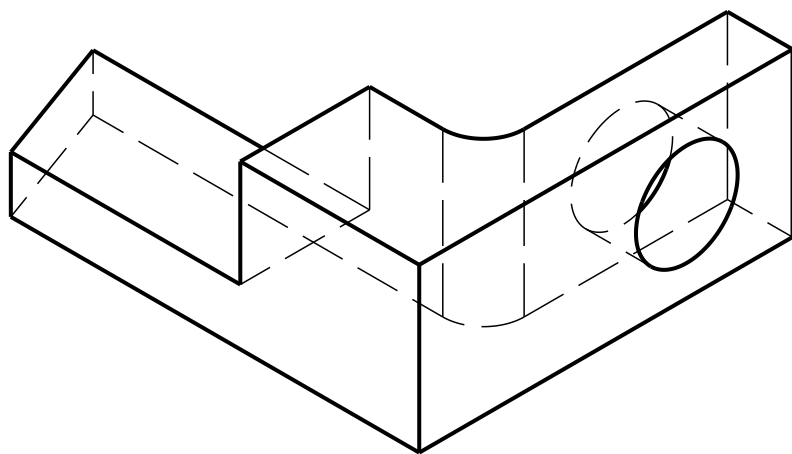
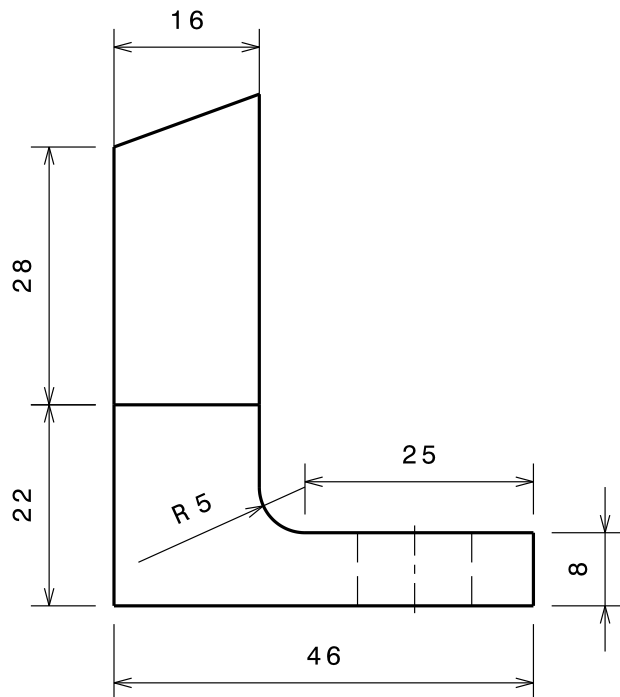
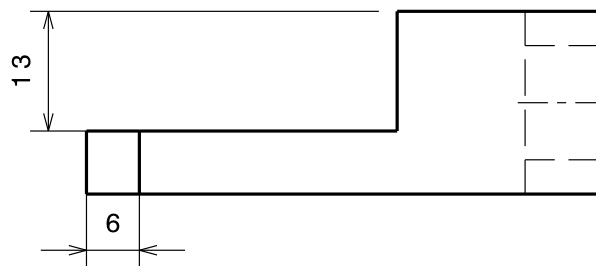
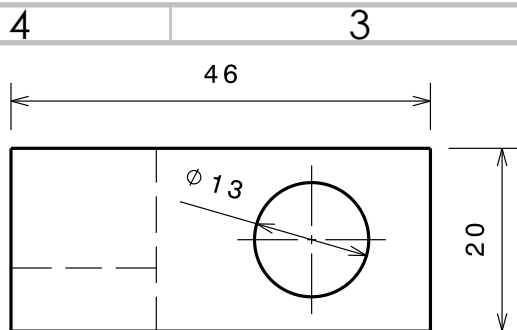
Referencia: 3.11

Sustituye a:

Sustituido por:

PROYECCIÓN





	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Tope Paso
Troquel Progresivo de
Estampación

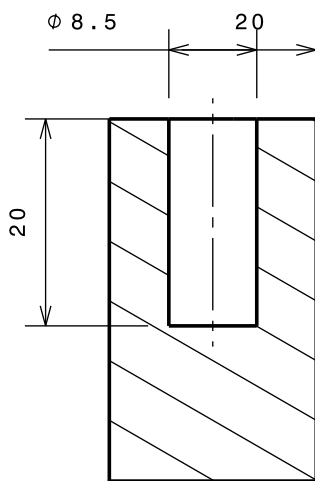
Referencia: 3.12

Sustituye a:

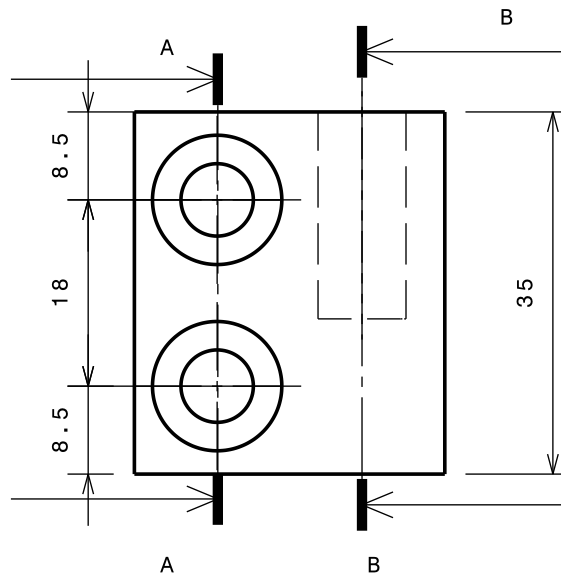
Sustituido por:

PROYECCIÓN

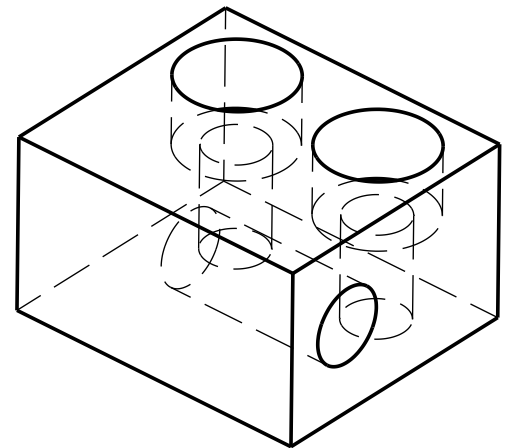
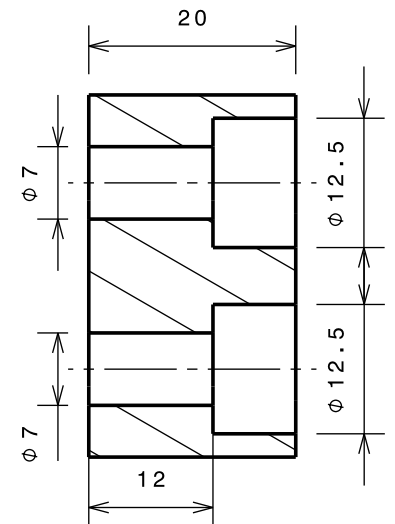




Section view B-B
Scale: 1:1



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN

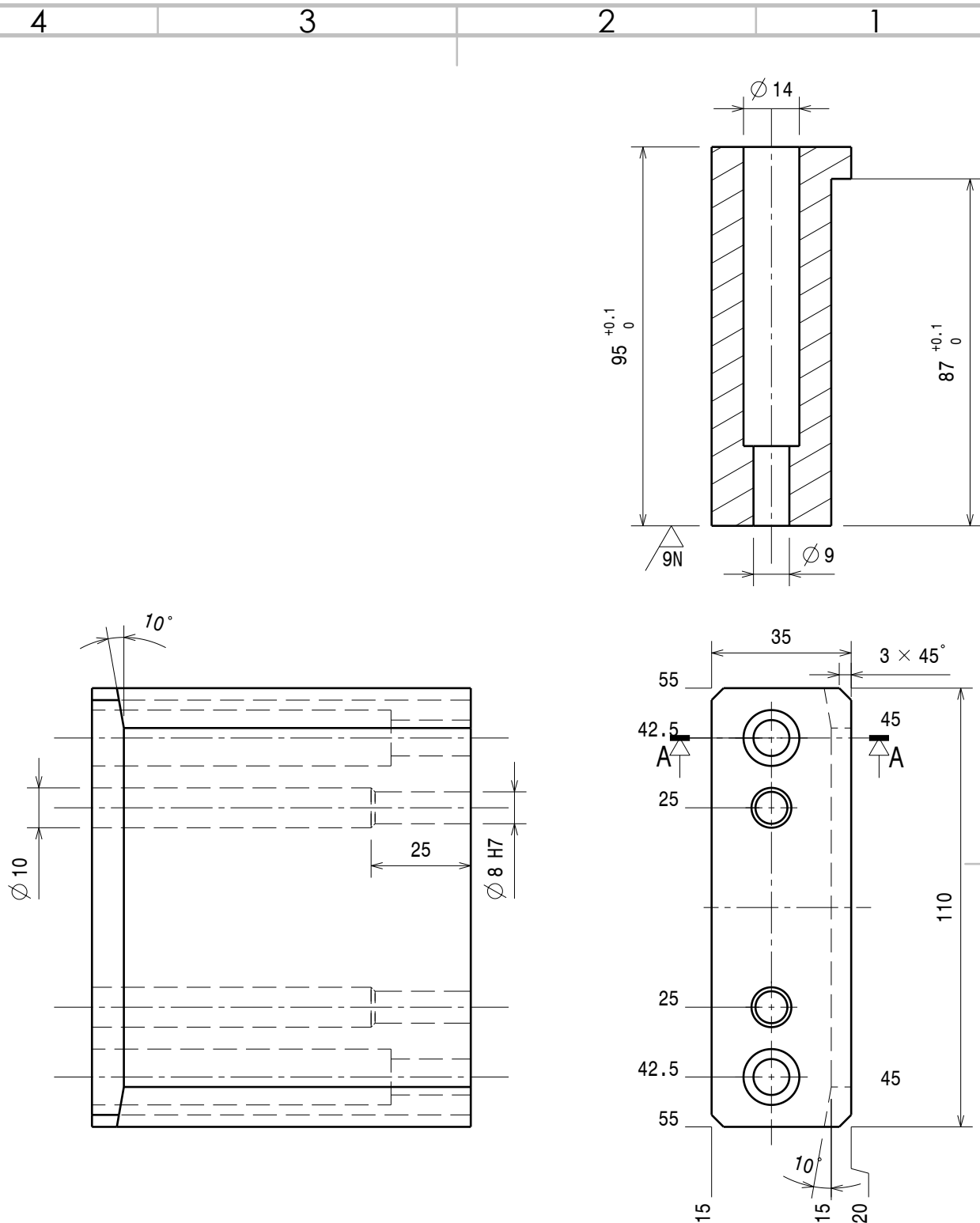


Porta muelle Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 3.13

Sustituye a:

Sustituido por:



N8/ (N6/)

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = ± 0.25

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA

1:1

PROYECCIÓN

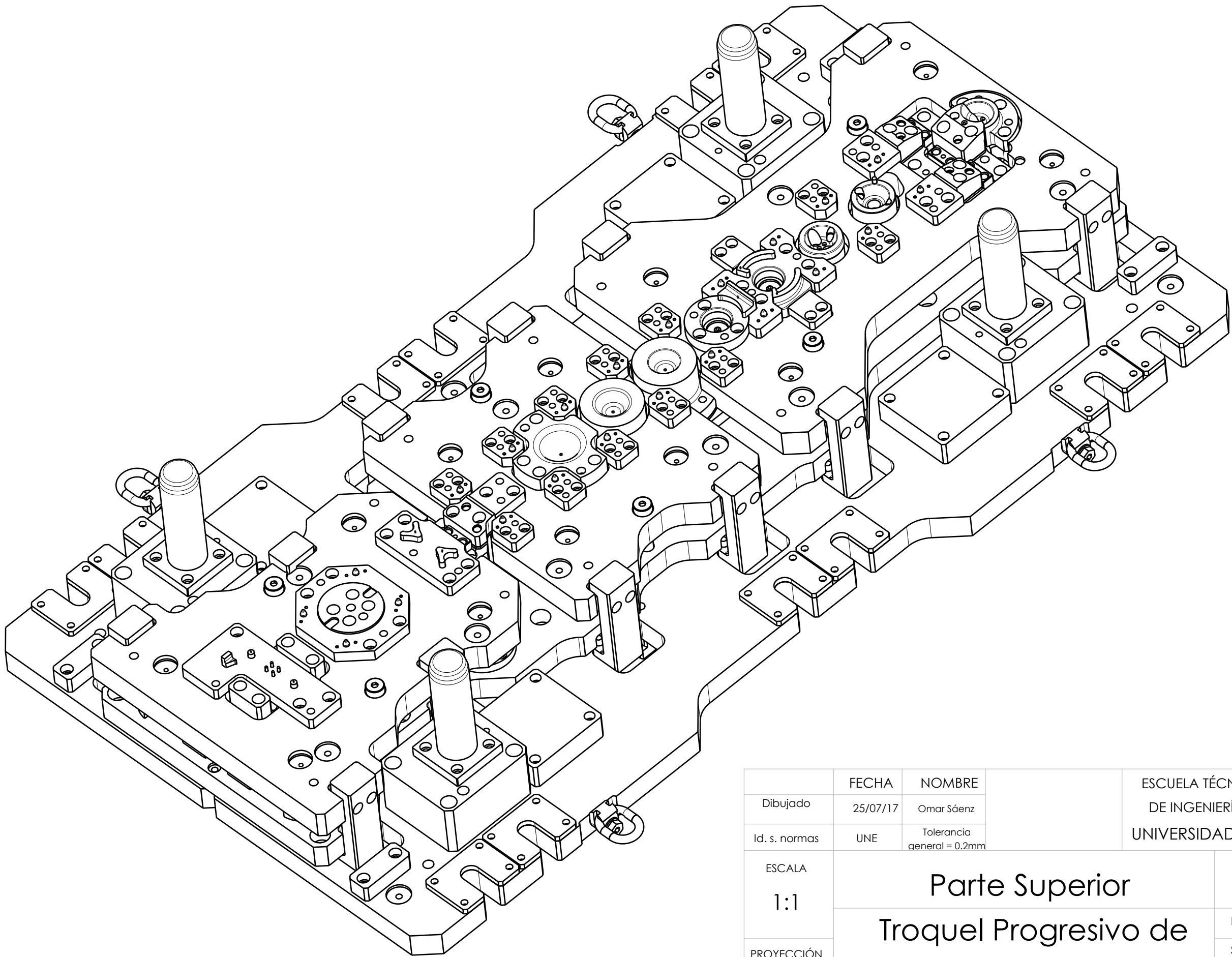


Guía Banda Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 3.14

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Parte Superior Troquel Progresivo de Estampación			
1:1				Referencia: 04
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:



4

3

2

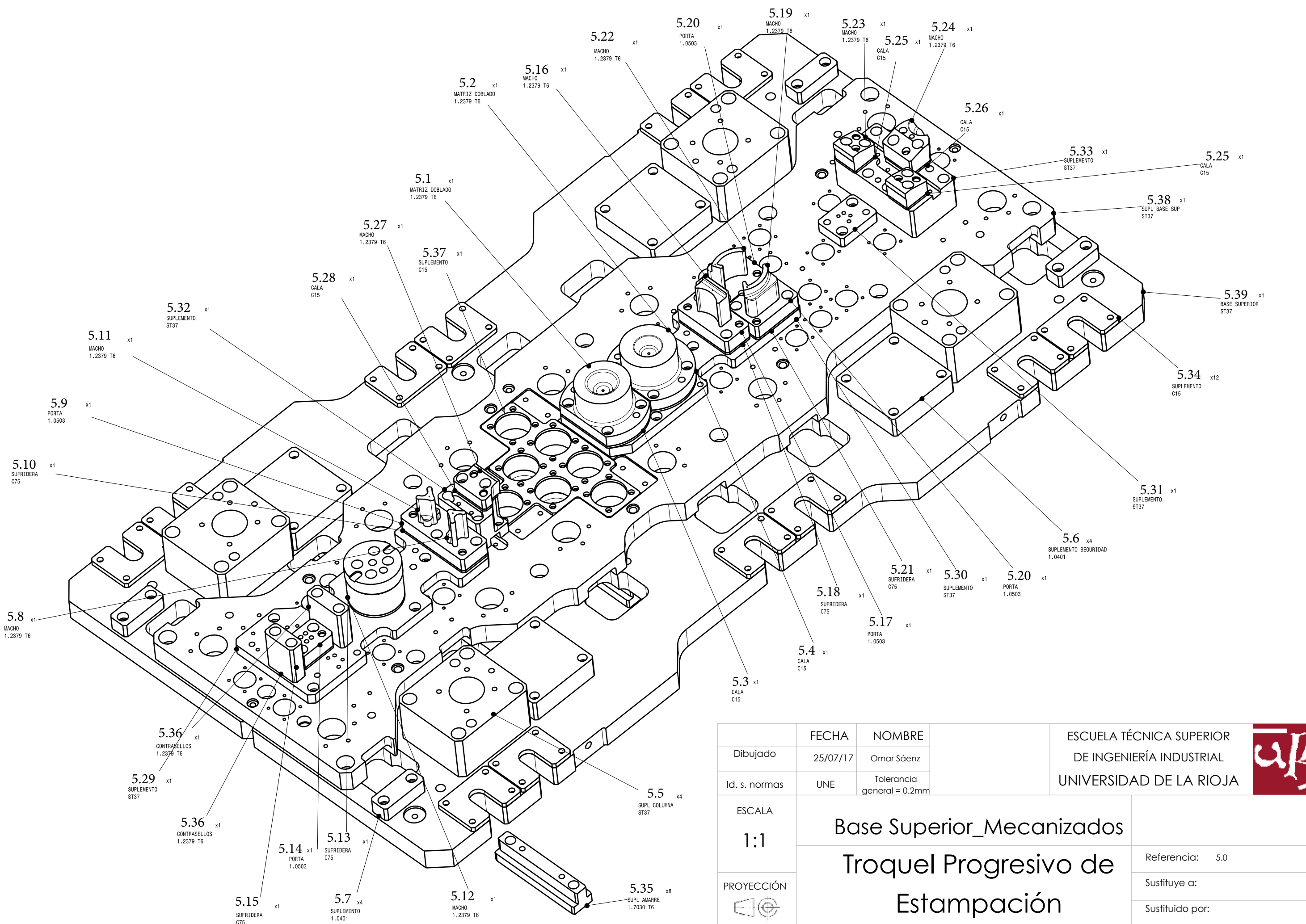
1

4

3

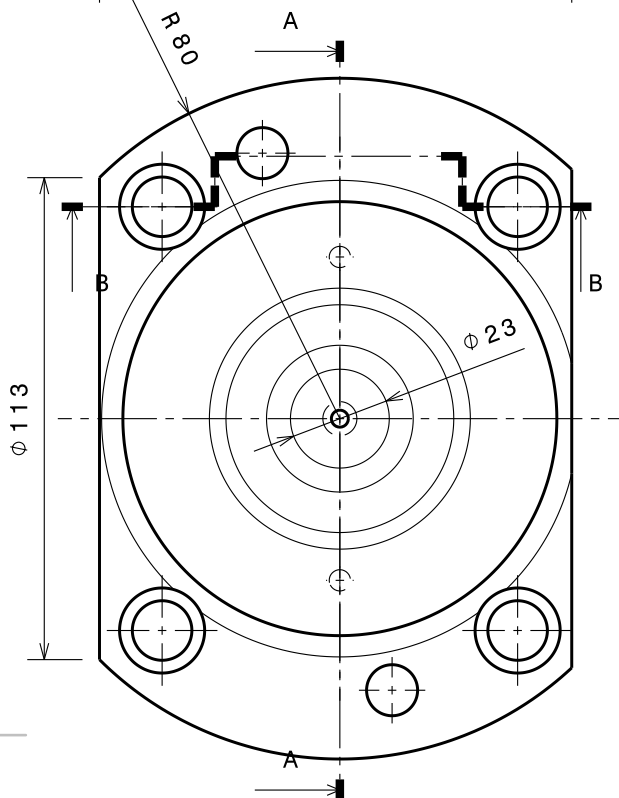
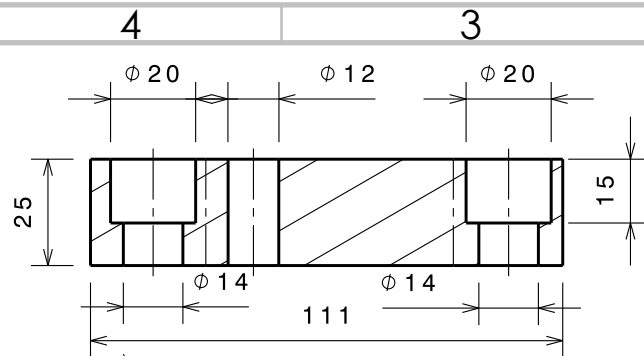
2

1

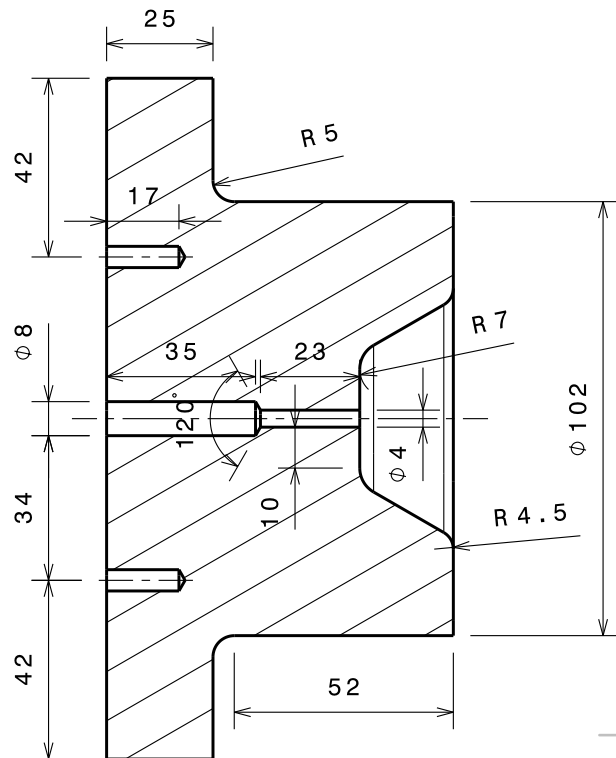


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Base Superior_Mecanizados Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 5.0
1:1				Sustituye a:
PROYECCIÓN				Sustituido por:

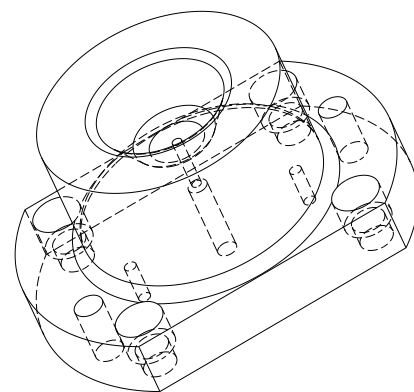




Section view B-B
Scale: 1:2



Section view A-A
Scale: 1:2



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Matriz Doblado Troquel Progresivo de Estampación

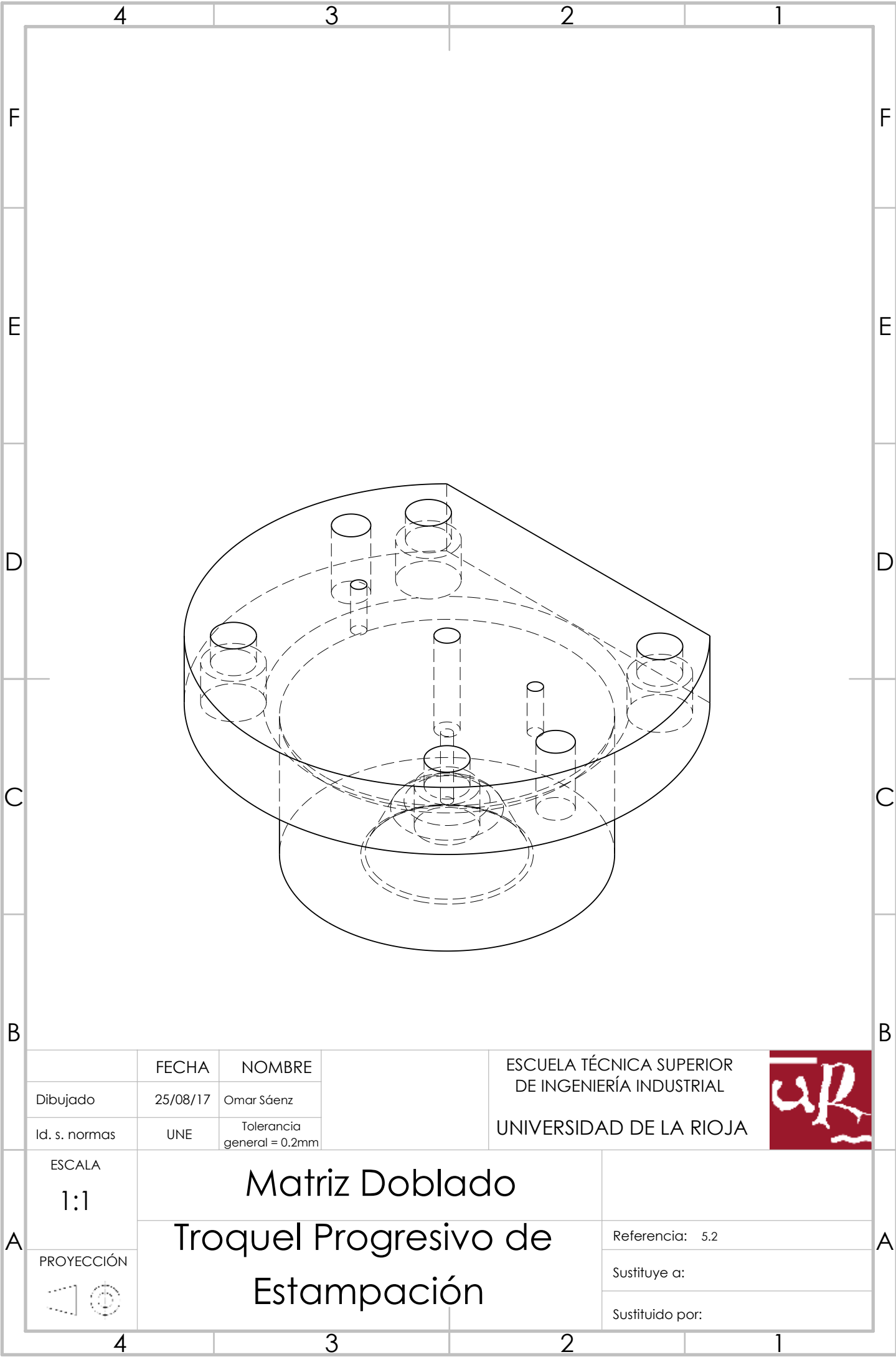
PROYECCIÓN

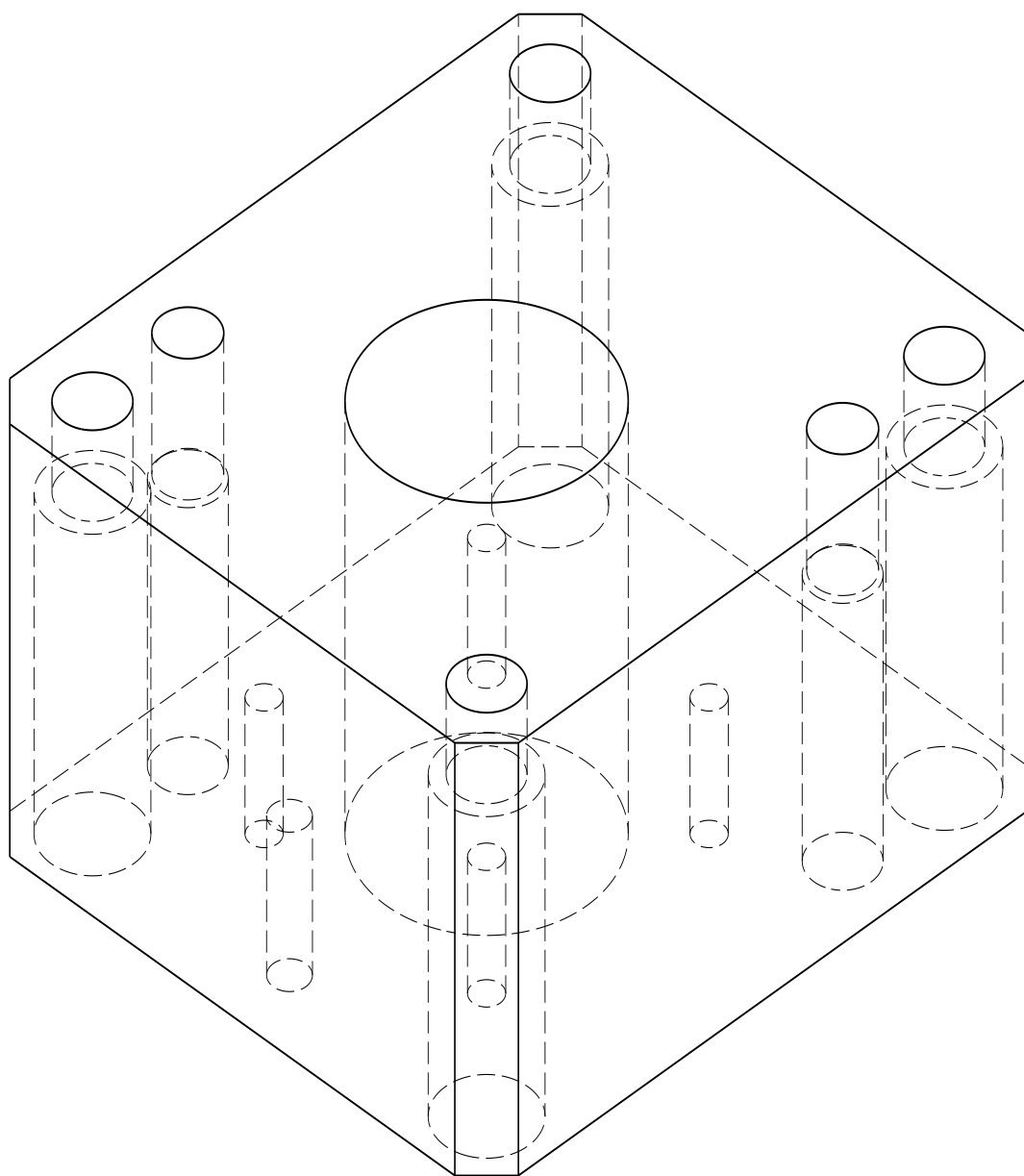


Referencia: 5.1

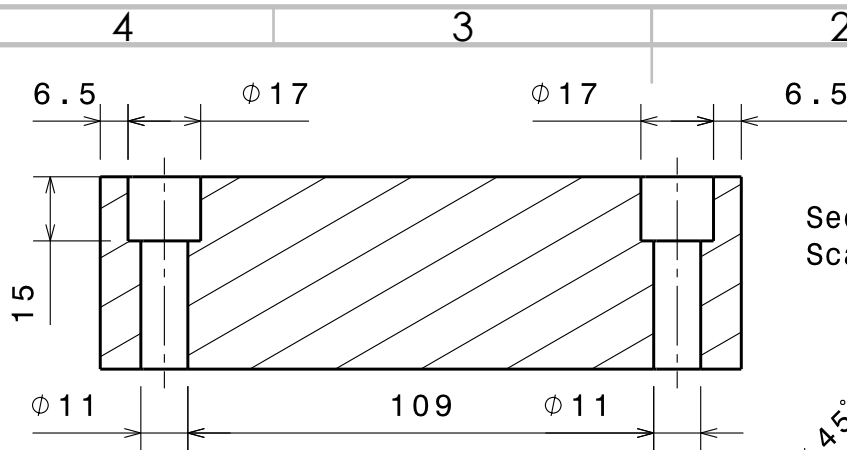
Sustituye a:

Sustituido por:

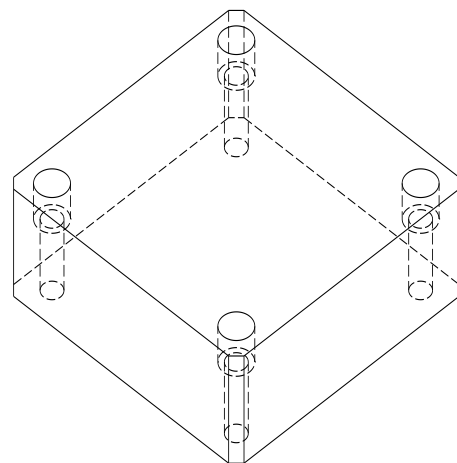
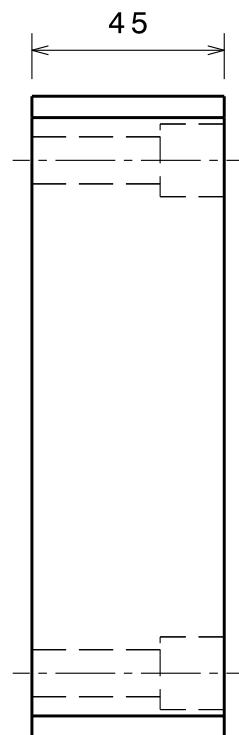
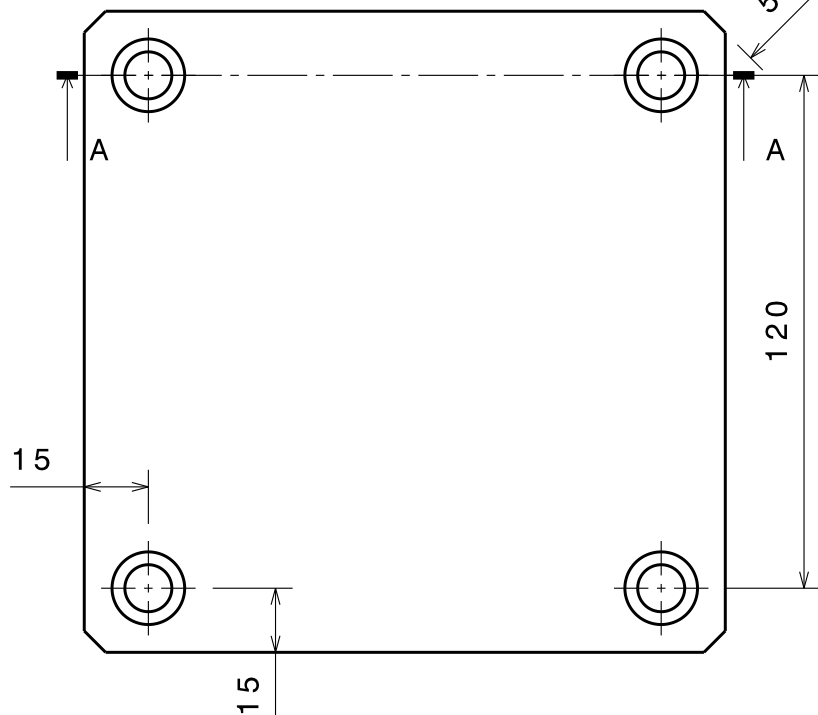




	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 3:1	Columna 			



Section view A-A
Scale: 1:2



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento Seguridad

Troquel Progresivo de
Estampación

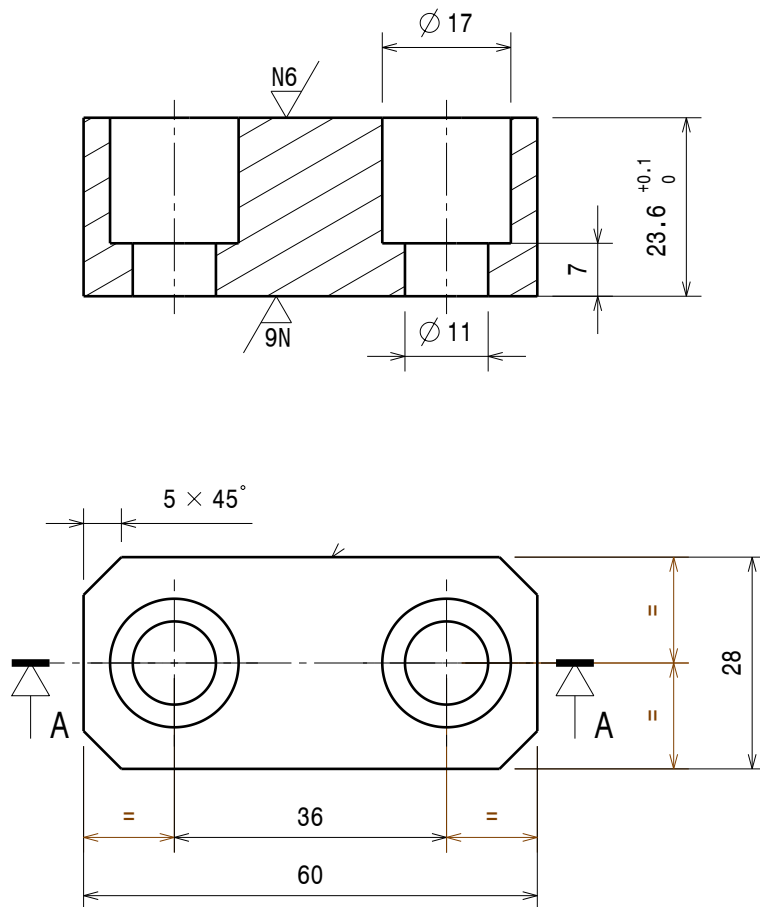
Referencia: 5.6

Sustituye a:

Sustituido por:

PROYECCIÓN





	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

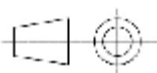
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento Cilindro

PROYECCIÓN





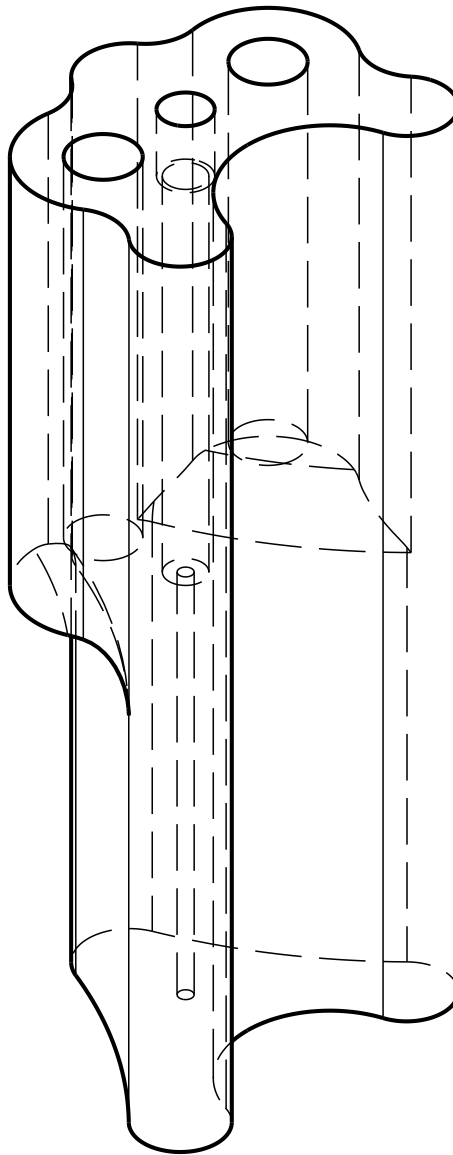
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.7

Sustituye a:

Sustituido por:

	4	3	2	1	
F					F
E					E
D					D
C					C
B					B
A			ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
	Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
	Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
	ESCALA 1:2		Macho		
PROYECCIÓN		Troquel Progresivo de Estampación		Sustituye a:	A
				Sustituido por:	
	4	3	2	1	



4

3

2

1

F

F

E

E

D

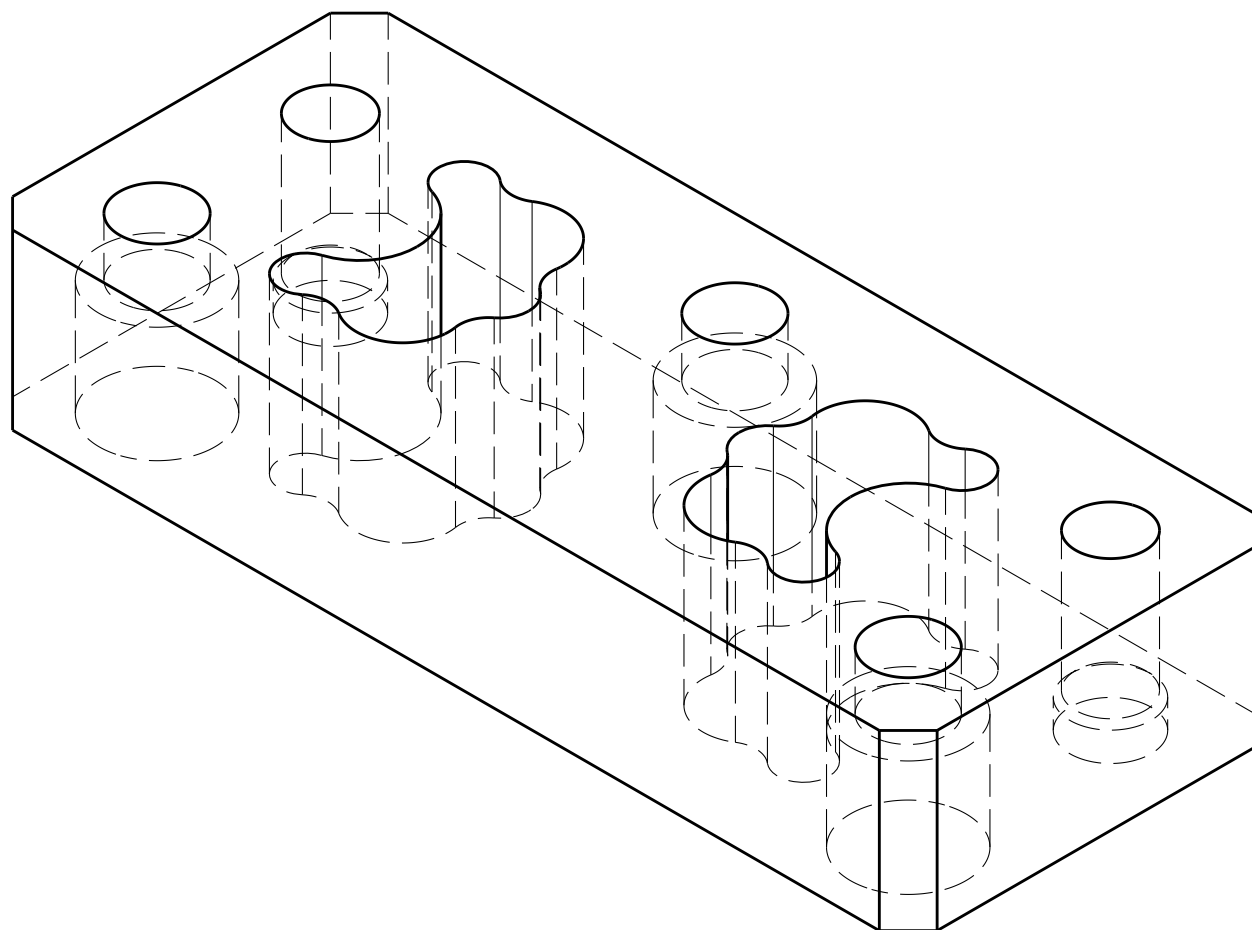
D

C

C

B

B



A

A

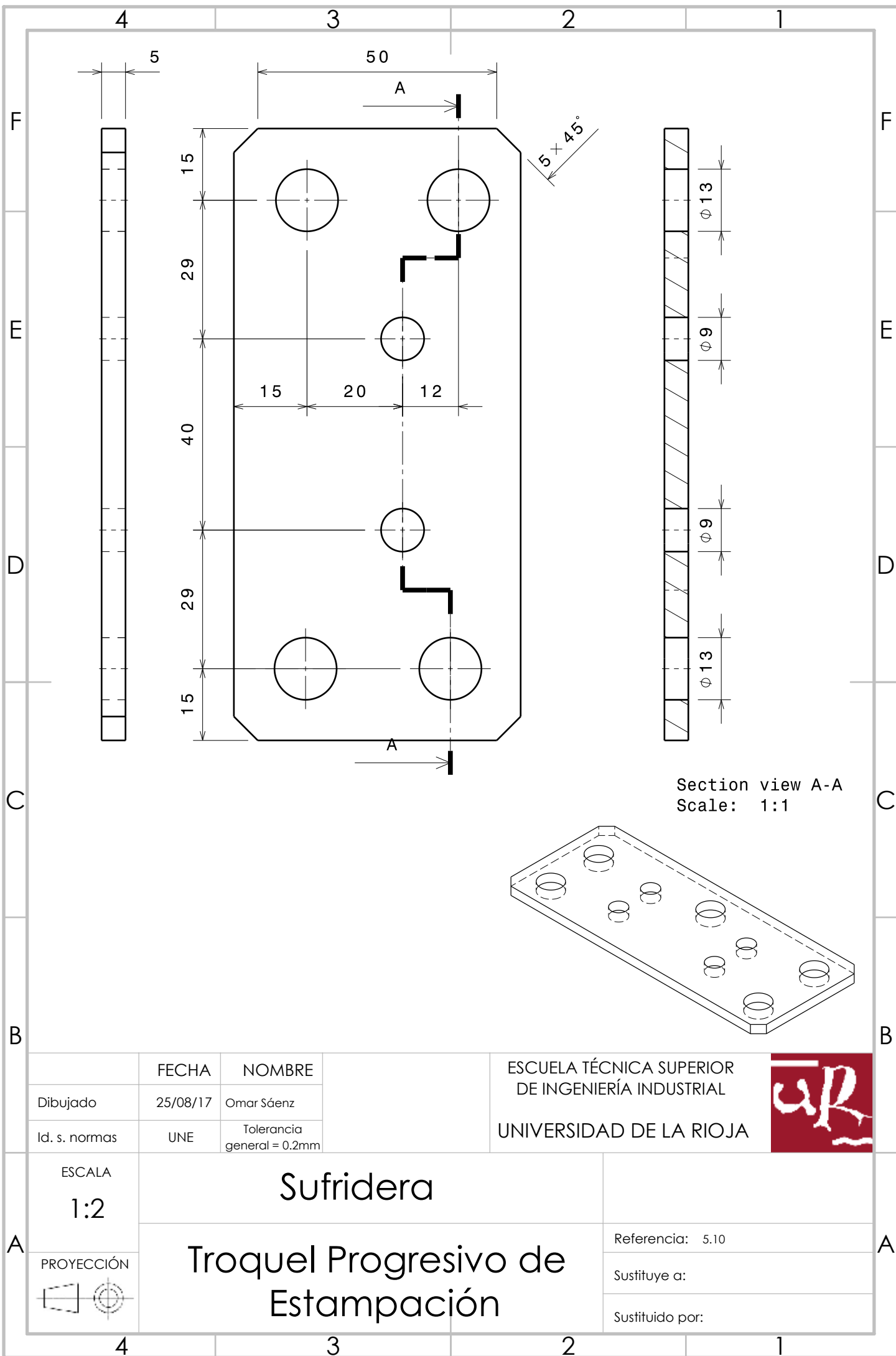
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA 	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Portamacho			
PROYECCIÓN 	Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 5.9
				Sustituye a:
				Sustituido por:

4

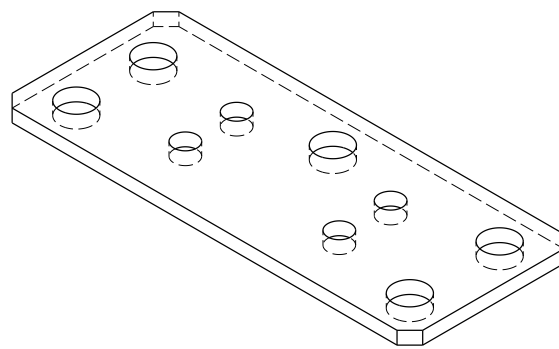
3

2

1



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

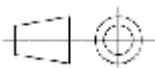
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Sufridera

PROYECCIÓN


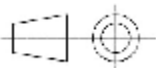


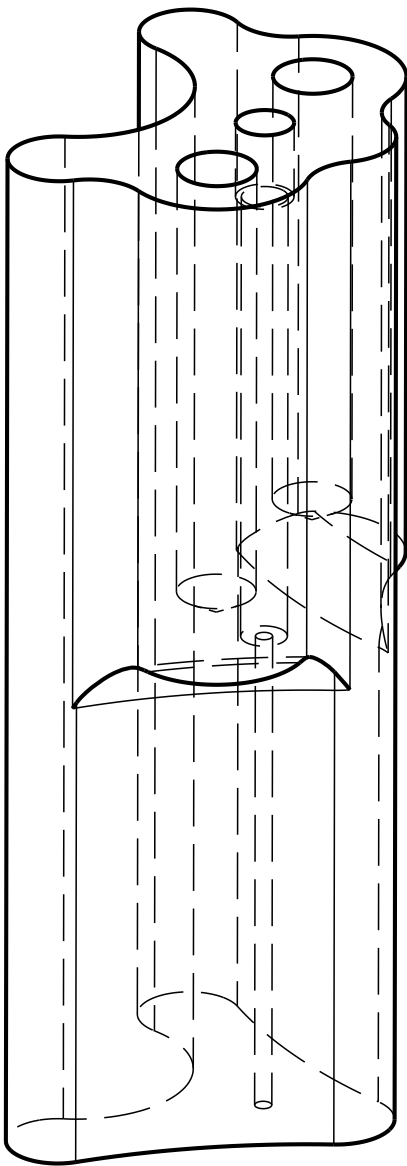
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.10

Sustituye a:

Sustituido por:

	4	3	2	1		
F						F
E						E
D						D
C						C
B						B
A			FECHA		NOMBRE	<div>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</div> <div>UNIVERSIDAD DE LA RIOJA</div> 
	Dibujado		25/08/17		Omar Sáenz	
	Id. s. normas		UNE		Tolerancia general = 0.2mm	
ESCALA		Macho				
1:2						
PROYECCIÓN		Troquel Progresivo de Estampación				Referencia: 5.11
						Sustituye a:
						Sustituido por:
	4	3	2	1		



4

3

2

1

F

F

E

E

D

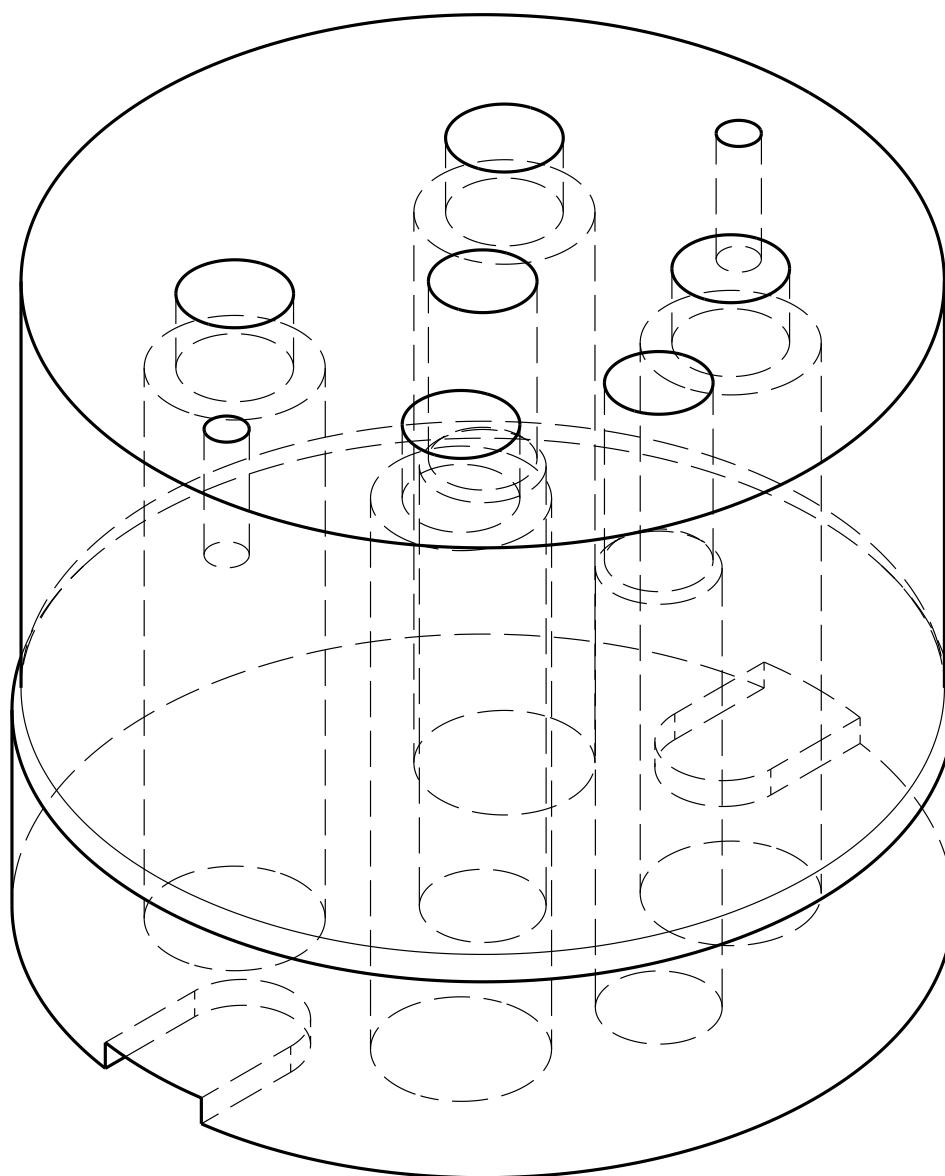
D

C

C

B

B



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

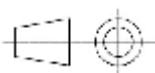


ESCALA

1:2

Macho

PROYECCIÓN



Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.12

Sustituye a:

Sustituido por:

4

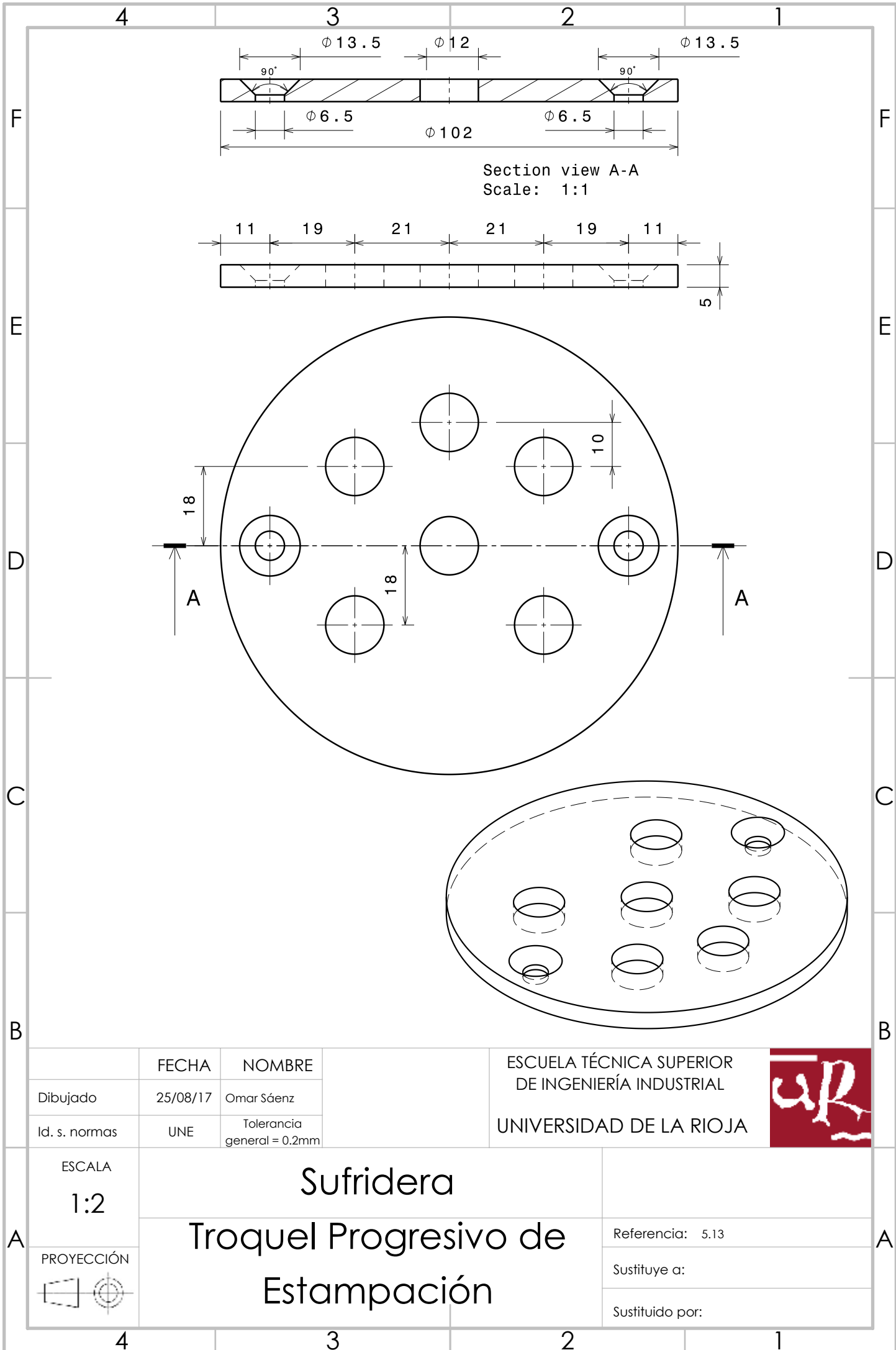
3

2

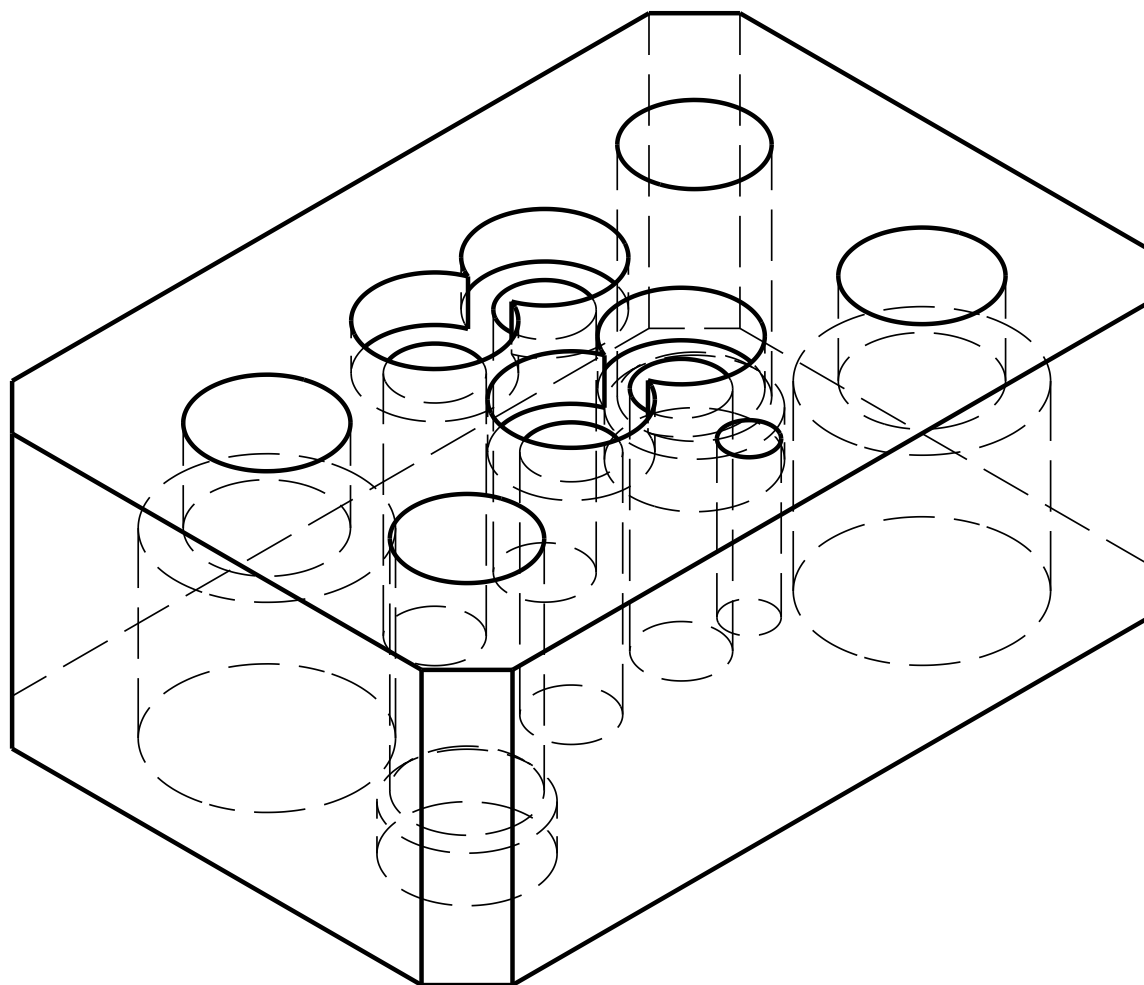
1

A

A



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL			
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz				
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm	UNIVERSIDAD DE LA RIOJA			
A	ESCALA	Sufridera				A
	1:2					
	PROYECCIÓN	Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 5.13	
					Sustituye a:	
				Sustituido por:		
	4	3	2	1		



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Portamacho

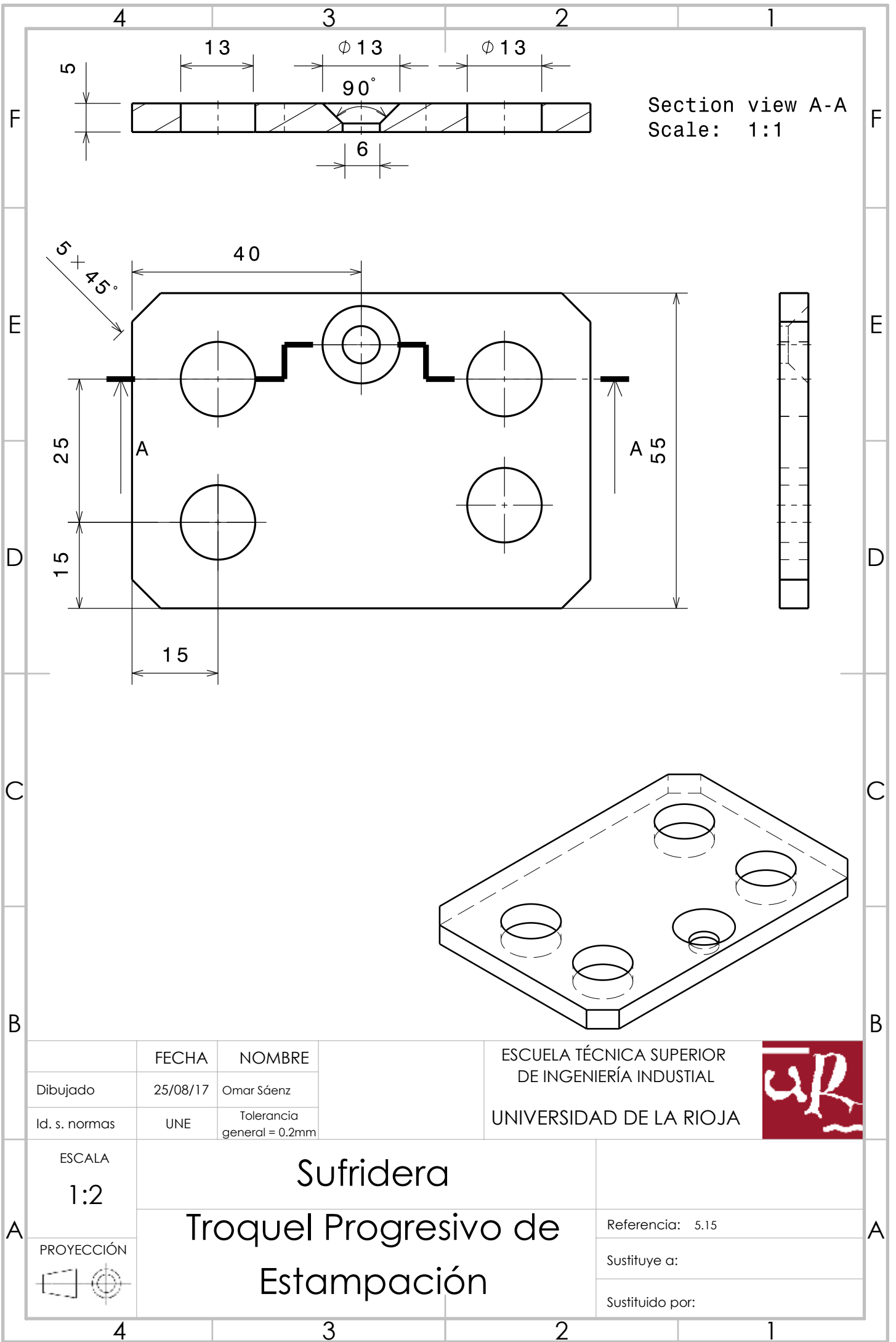
Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 5.14

Sustituye a:

Sustituido por:



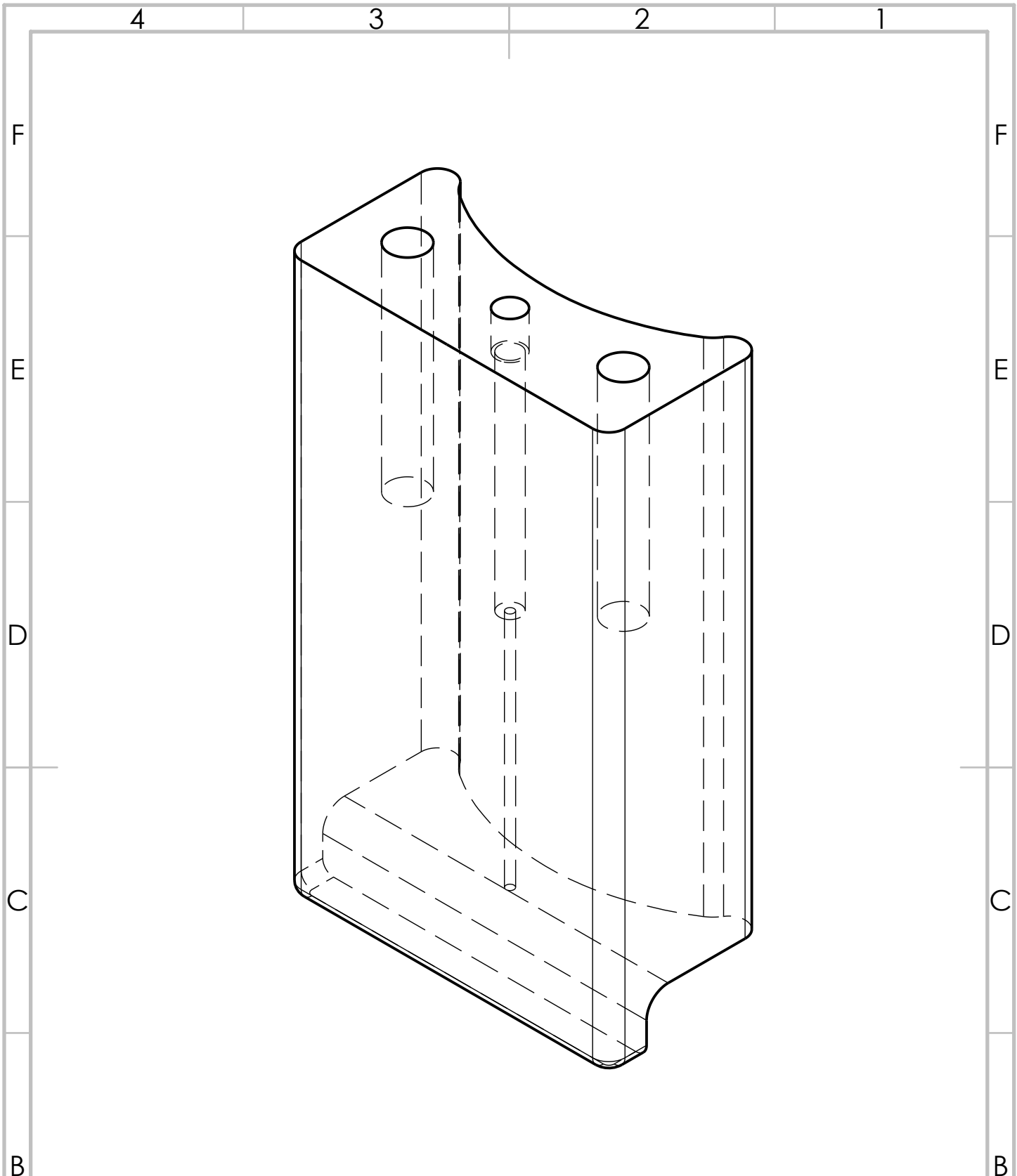


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



A	ESCALA 1:2	Sufridera Troquel Progresivo de Estampación	Referencia: 5.15	A
	PROYECCIÓN		Sustituye a:	
			Sustituido por:	

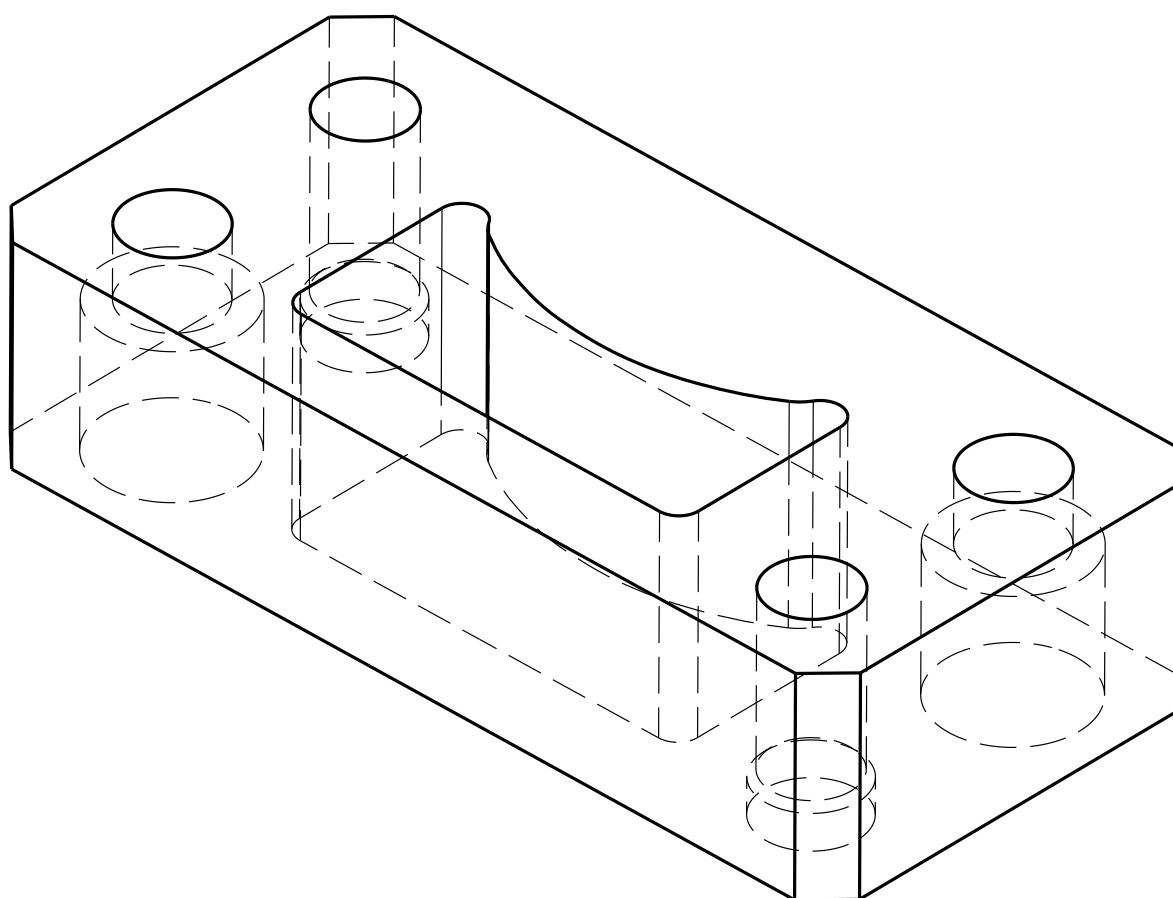


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA 1:2 PROYECCIÓN 	Macho		
	Troquel Progresivo de Estampación		Referencia: 5.16
			Sustituye a:
			Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

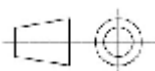
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Portamacho

PROYECCIÓN

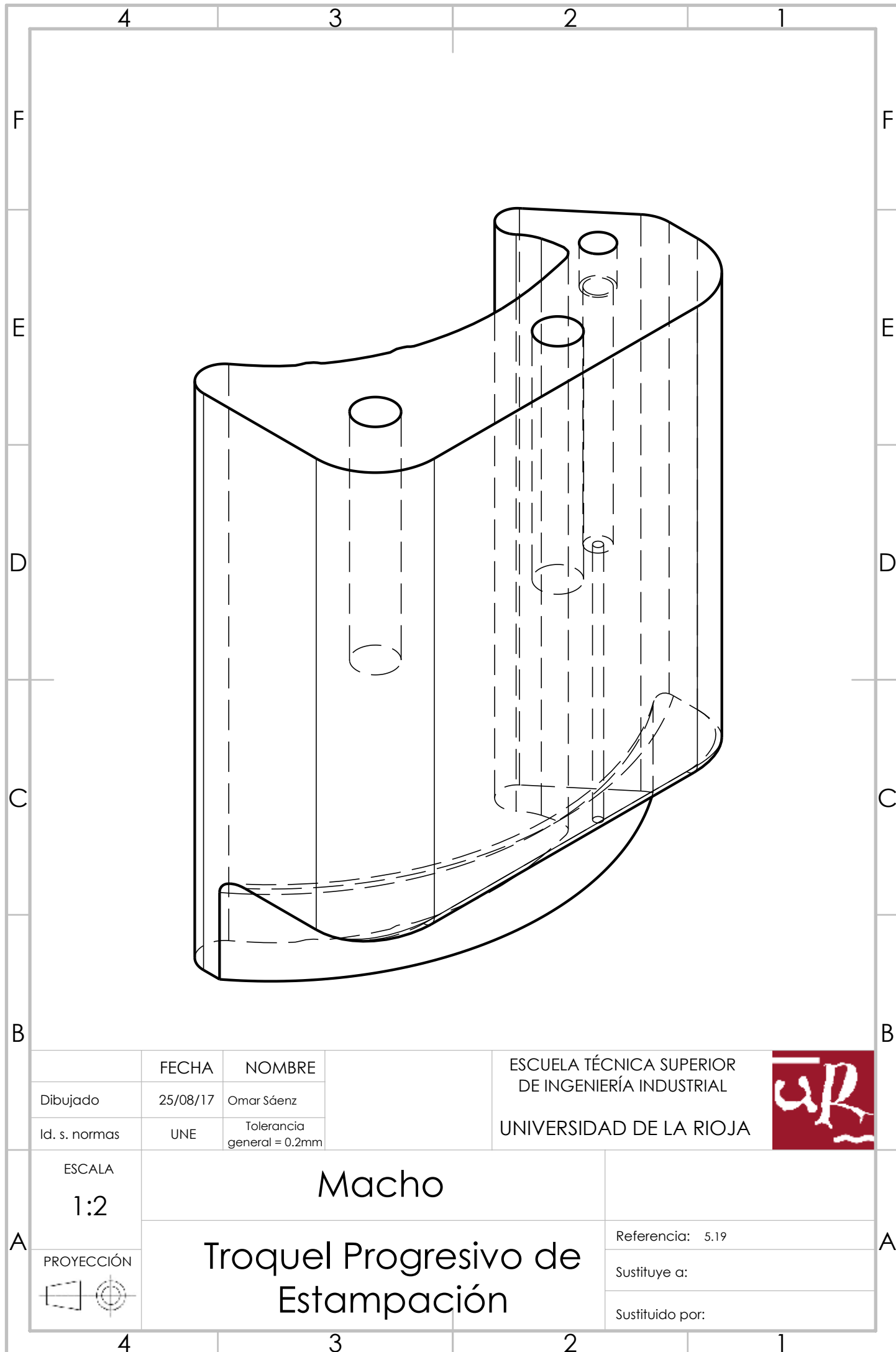


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.17

Sustituye a:

Sustituido por:

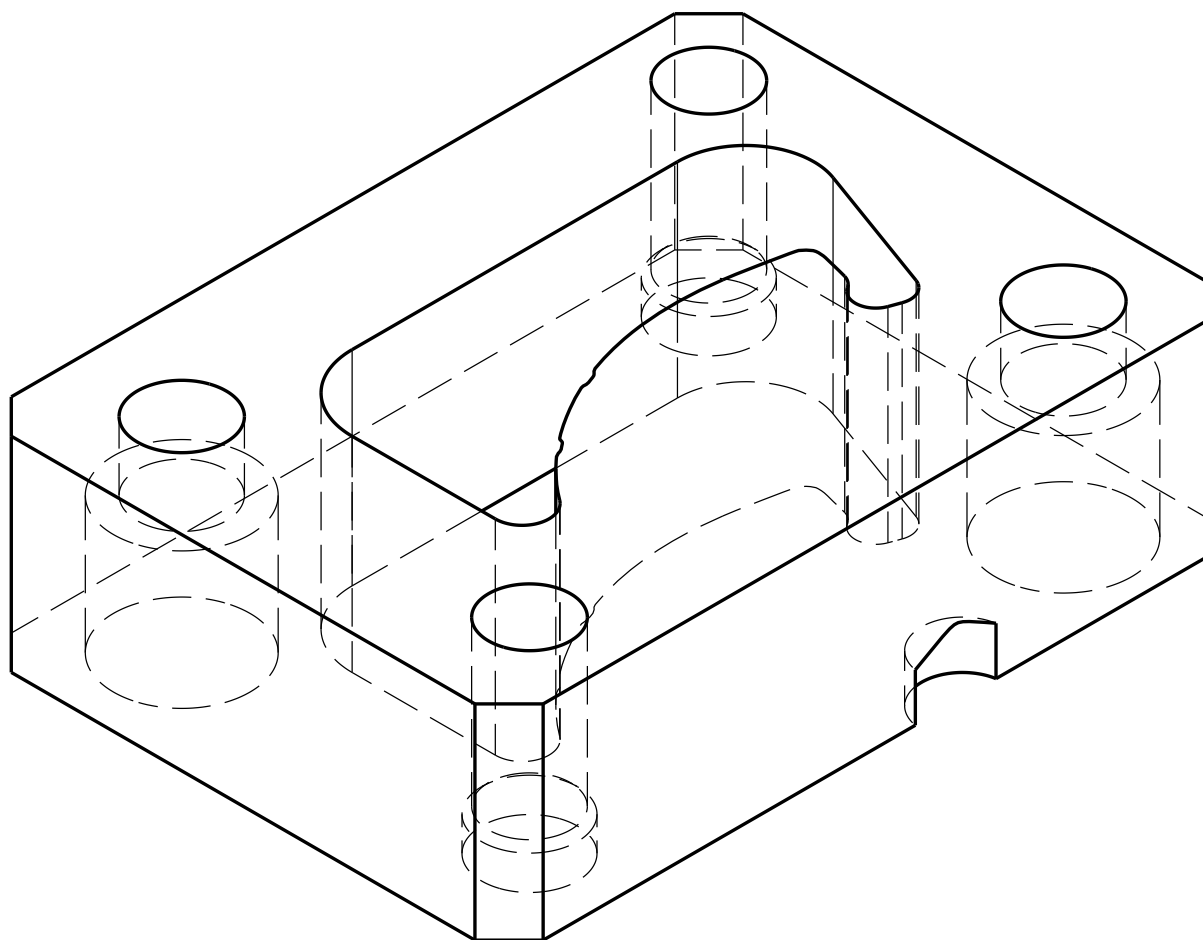


	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

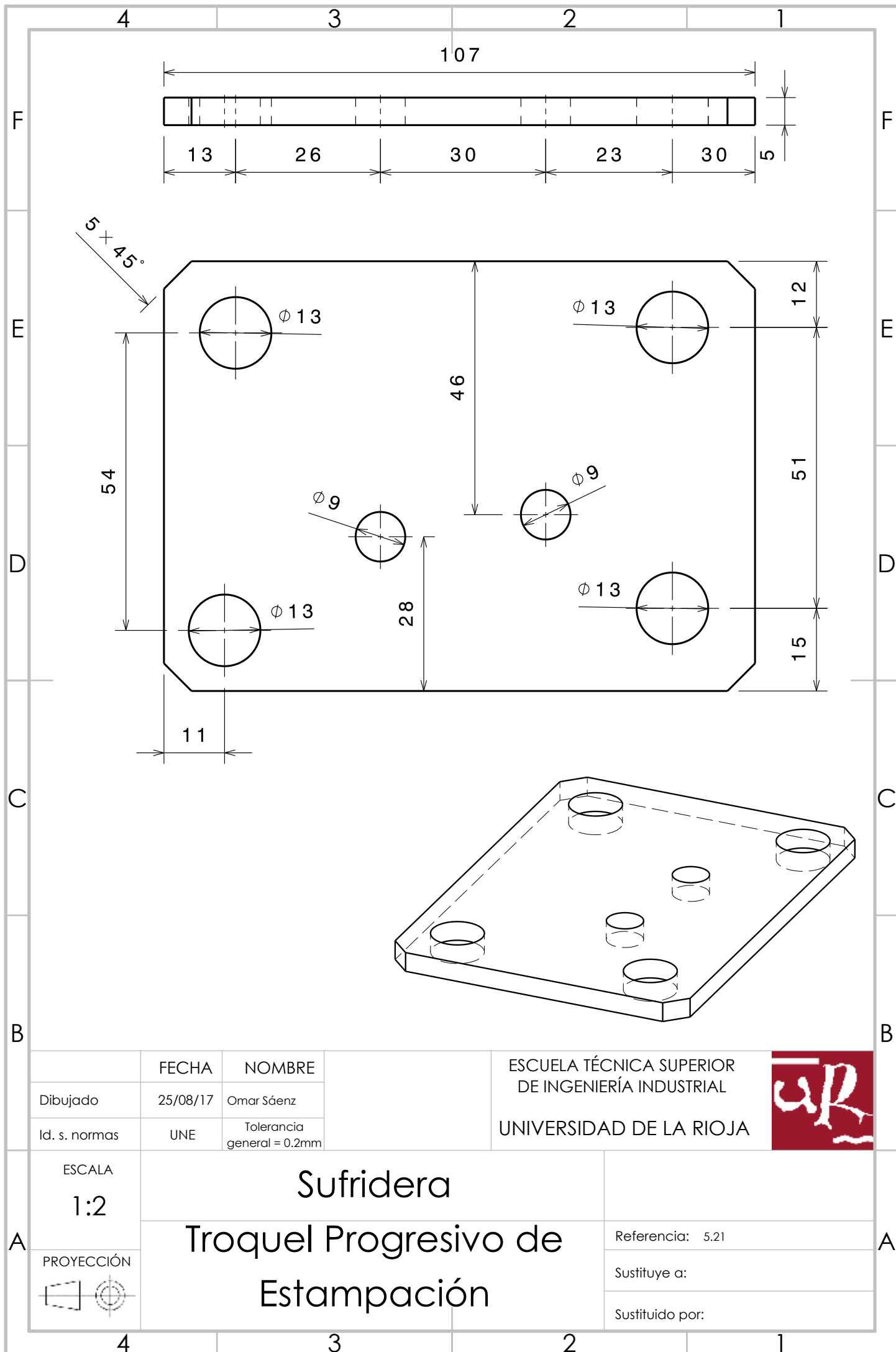
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

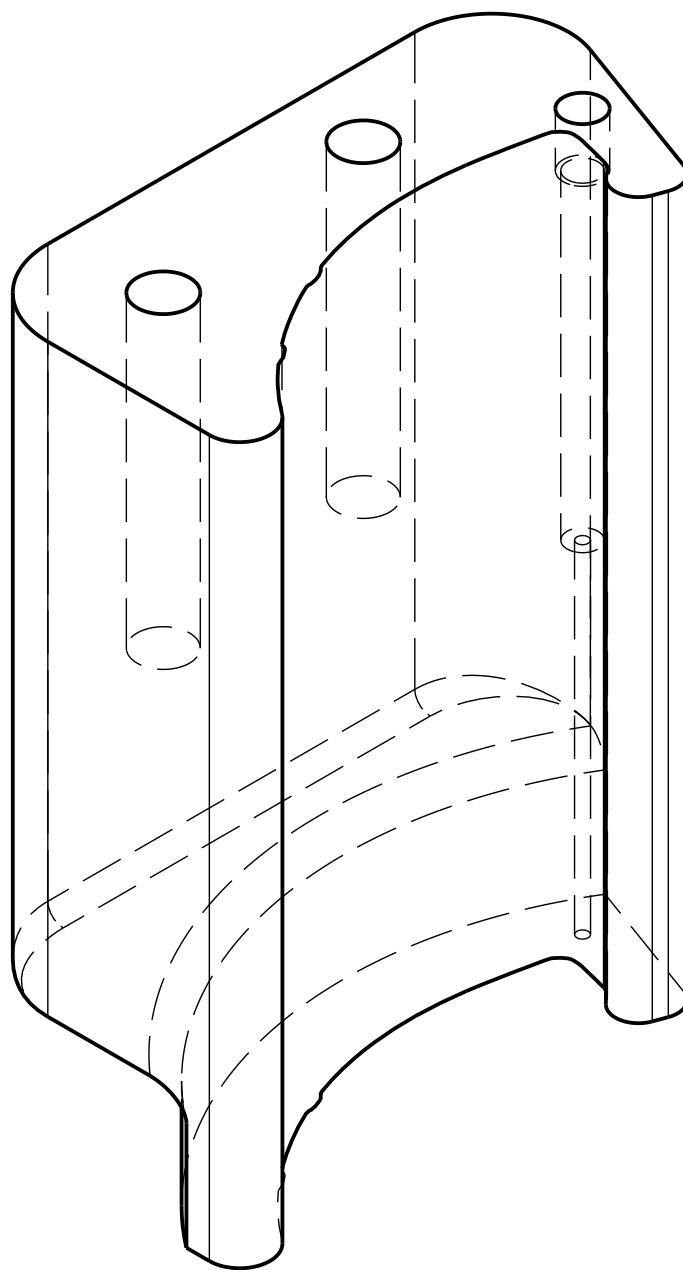


ESCALA 1:2	Macho	
PROYECCIÓN 	Troquel Progresivo de Estampación	
	Referencia: 5.19	
	Sustituye a:	
	Sustituido por:	

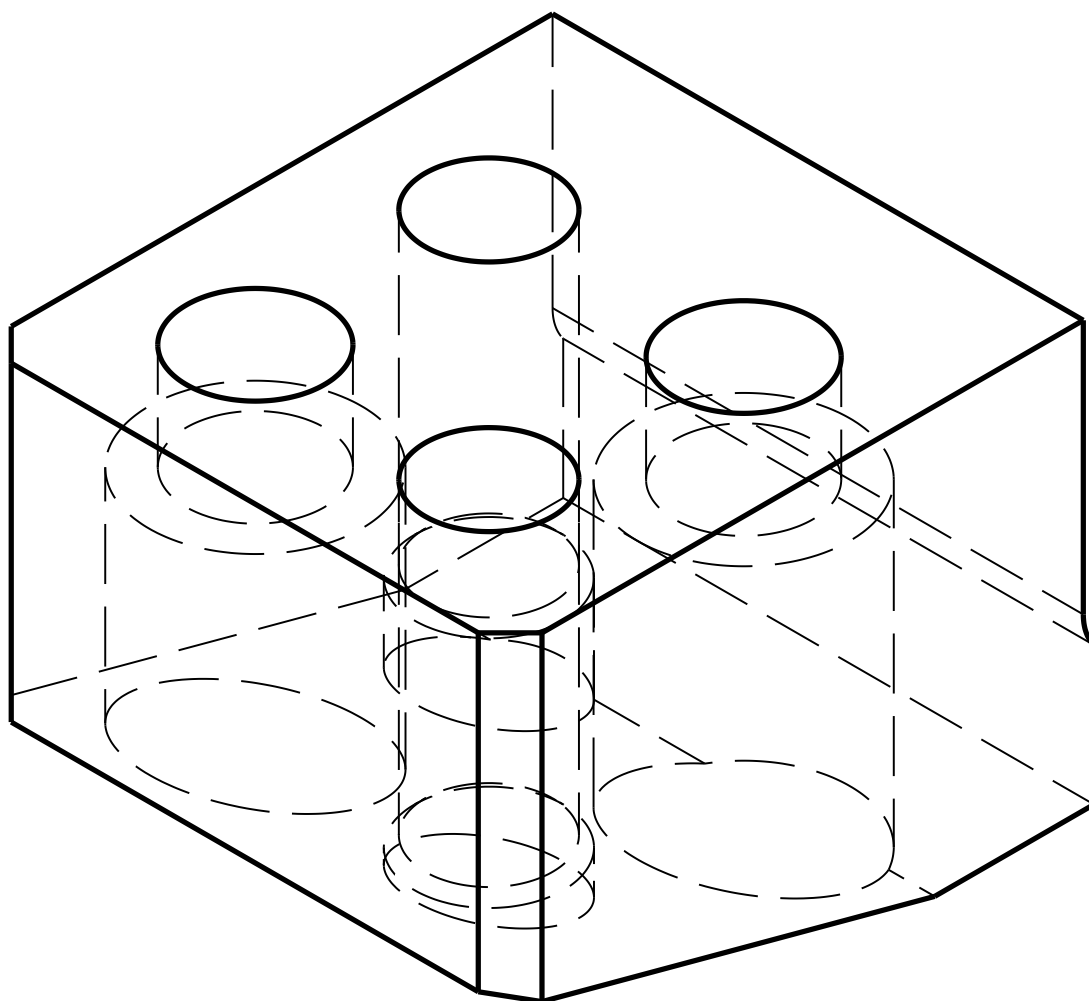


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA 
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz	
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm	
ESCALA 1:2	Portamacho Troquel Progresivo de Estampación		Referencia: 5.20
PROYECCIÓN 			Sustituye a:
			Sustituido por:

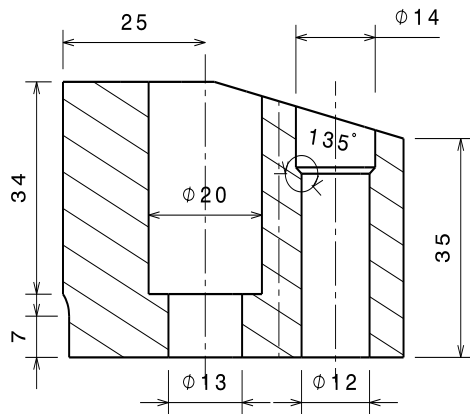




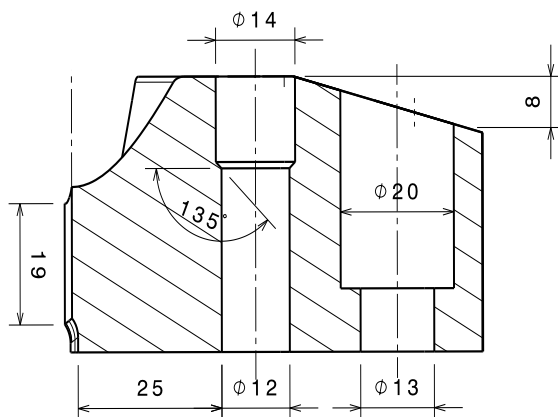
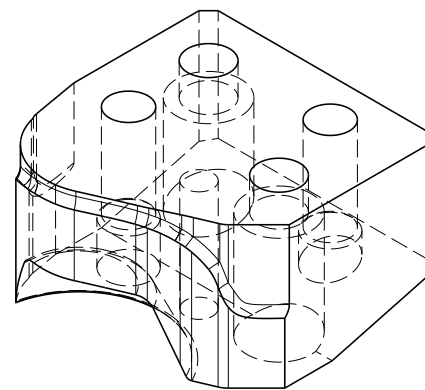
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
A ESCALA 1:2 PROYECCIÓN 	Macho Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 5.22	A
				Sustituye a:	
	Sustituido por:				



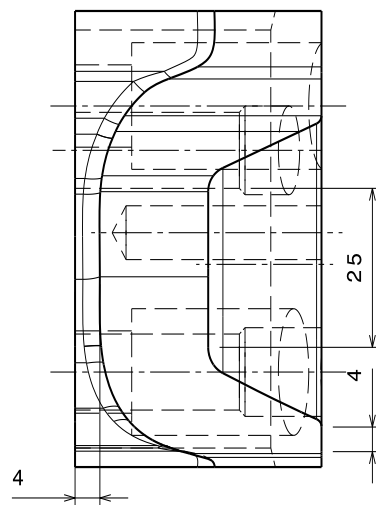
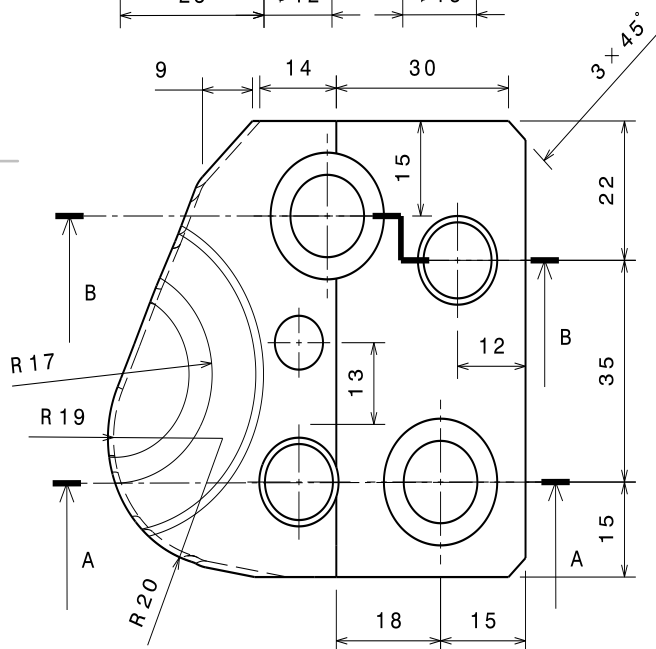
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1 PROYECCIÓN 	<h1>Macho Corte</h1> <h2>Troquel Progresivo de Estampación</h2>		Referencia: 5.23	
			Sustituye a:	
			Sustituido por:	



Section view B-B
Scale: 1:1



Section view A-A
Scale: 1:1



Left view
Scale: 1:1

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:1

Macho Corte

PROYECCIÓN

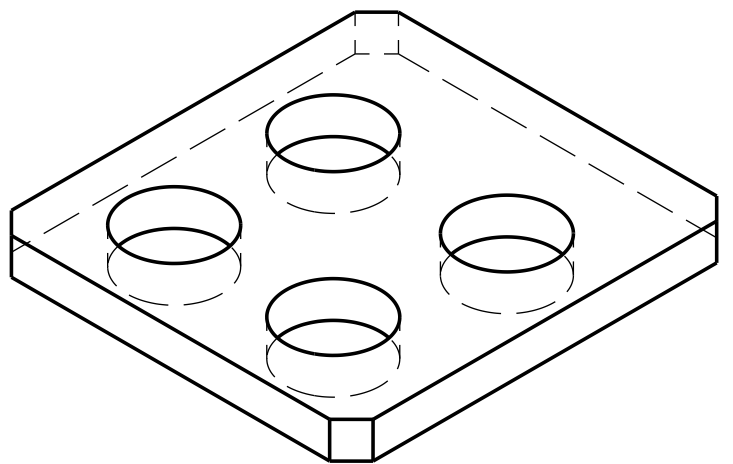
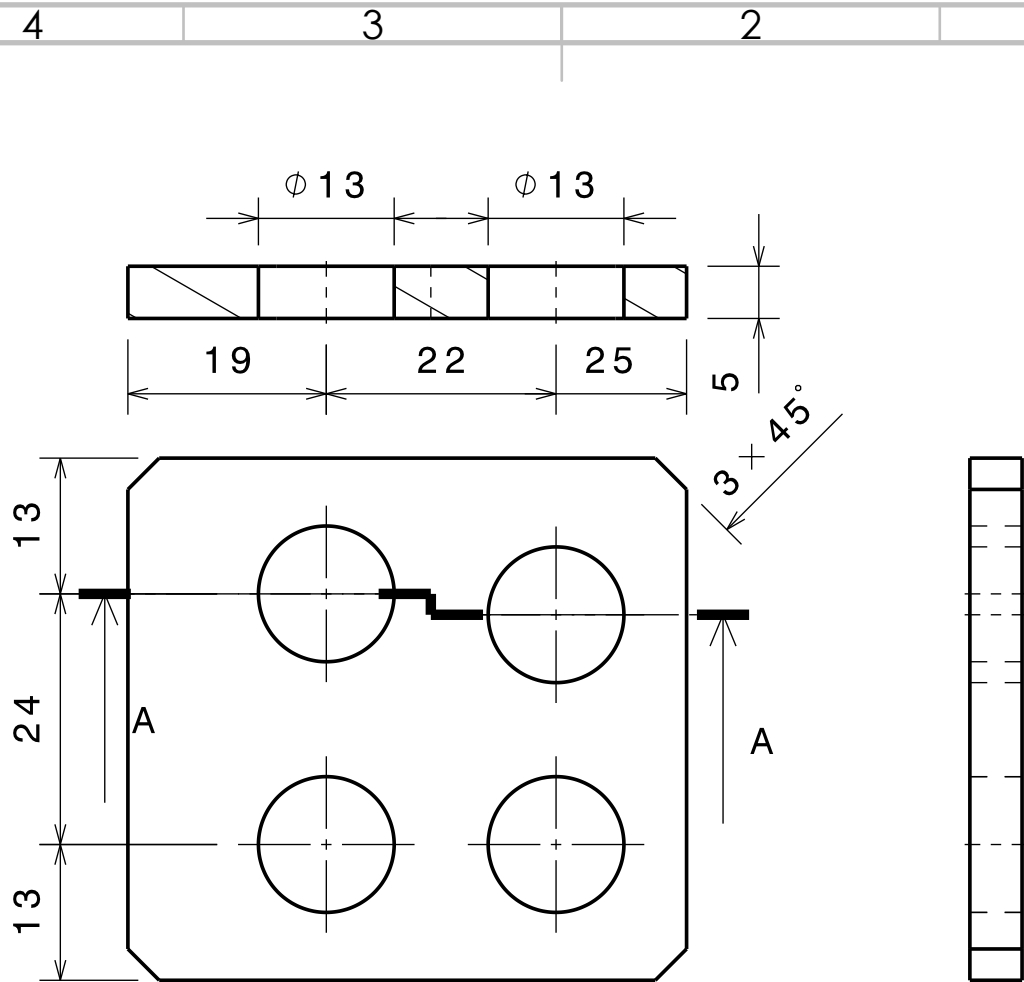


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.24

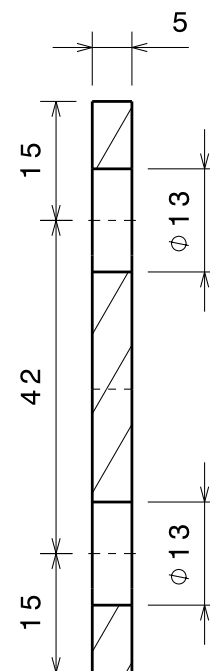
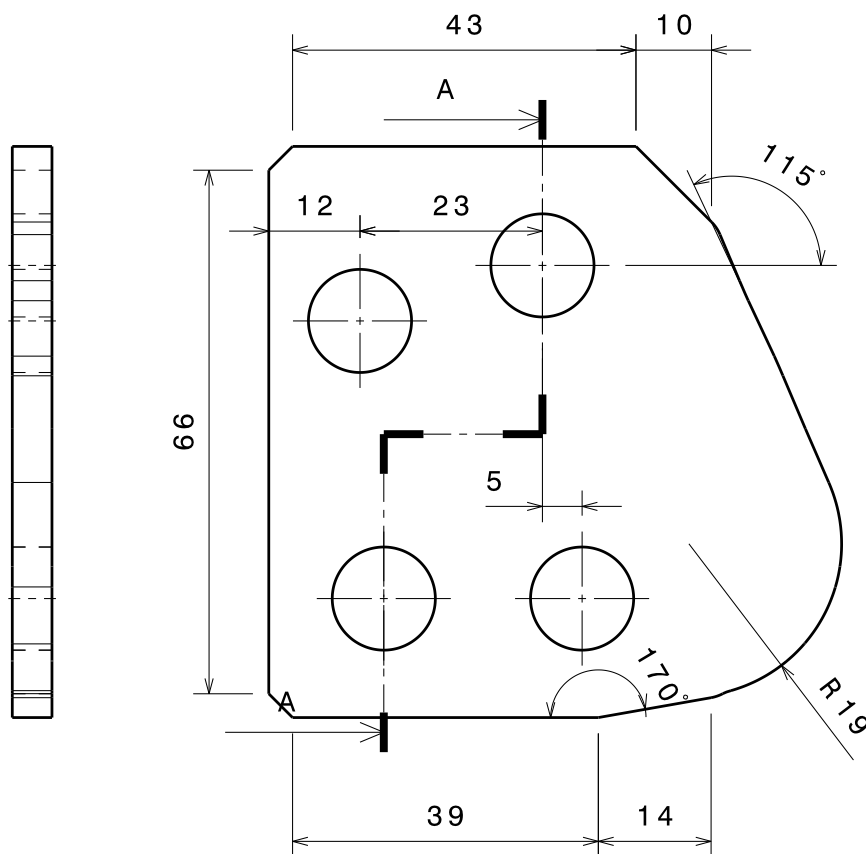
Sustituye a:

Sustituido por:

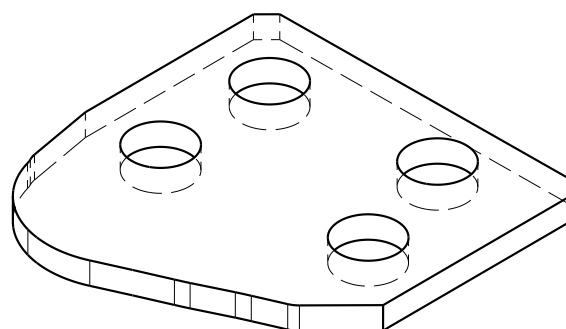


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Cala Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 5.25
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:





Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:1

Cala

PROYECCIÓN

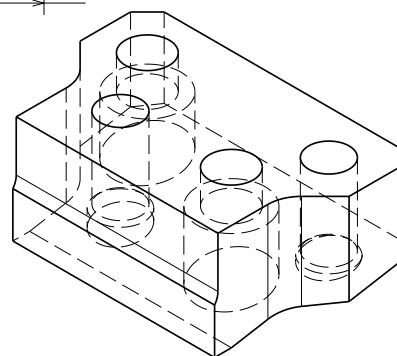
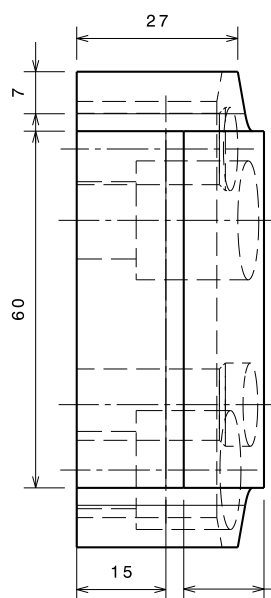
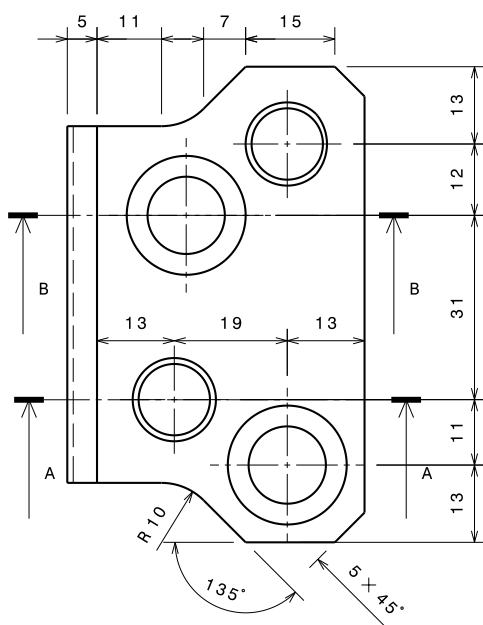
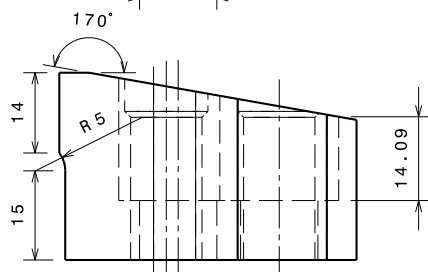
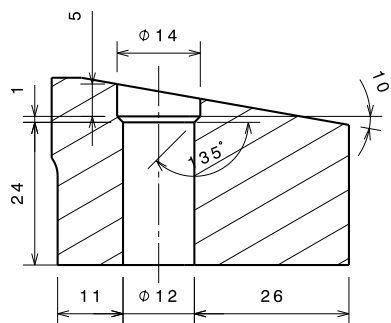
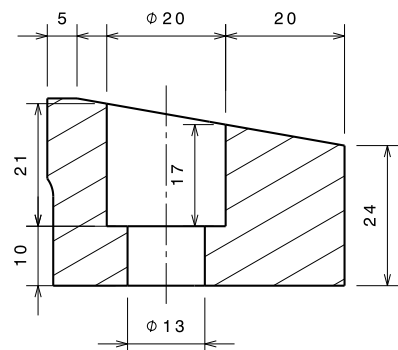


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.26

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



1:2

Macho

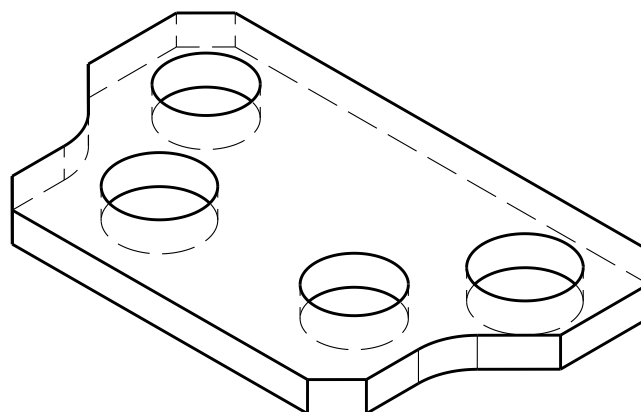
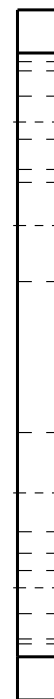
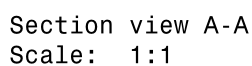
Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 5.27

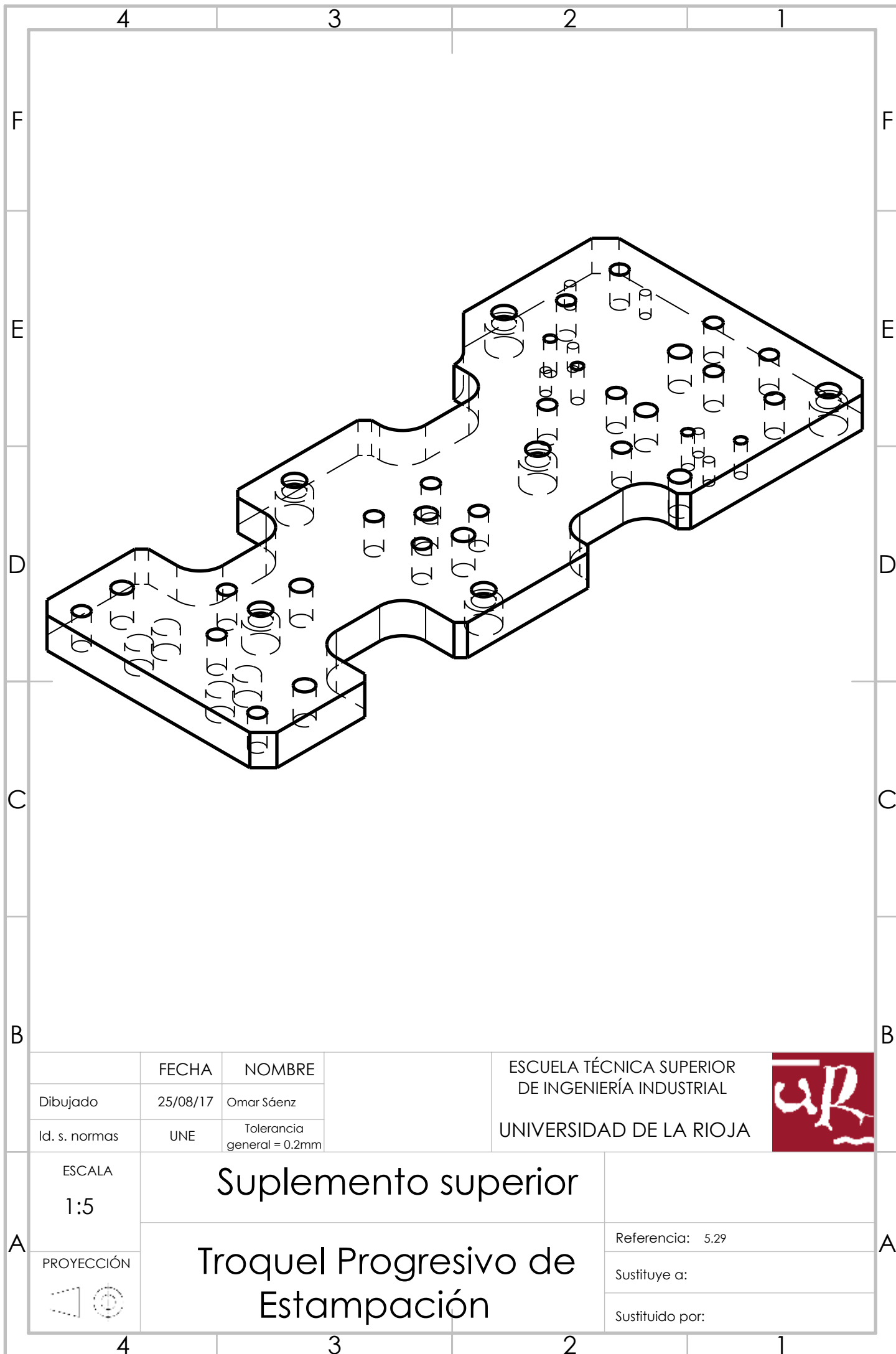
Sustituye a:

Sustituido por:





	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Cala				
PROYECCIÓN 				Troquel Progresivo de Estampación	
			Referencia:	5.28	
			Sustituye a:		
			Sustituido por:		



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:5

Suplemento superior

PROYECCIÓN

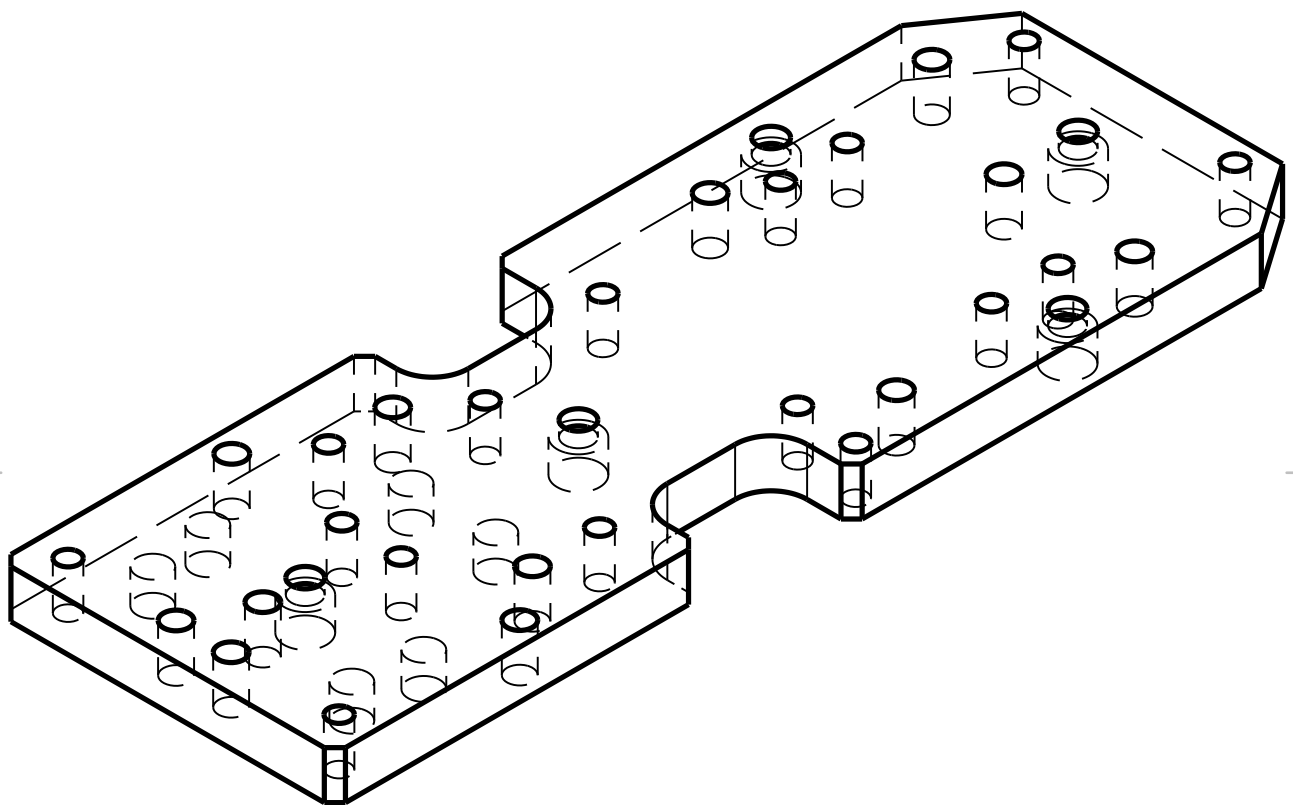


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.29

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

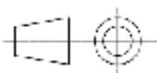
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:5

Suplemento superior

PROYECCIÓN

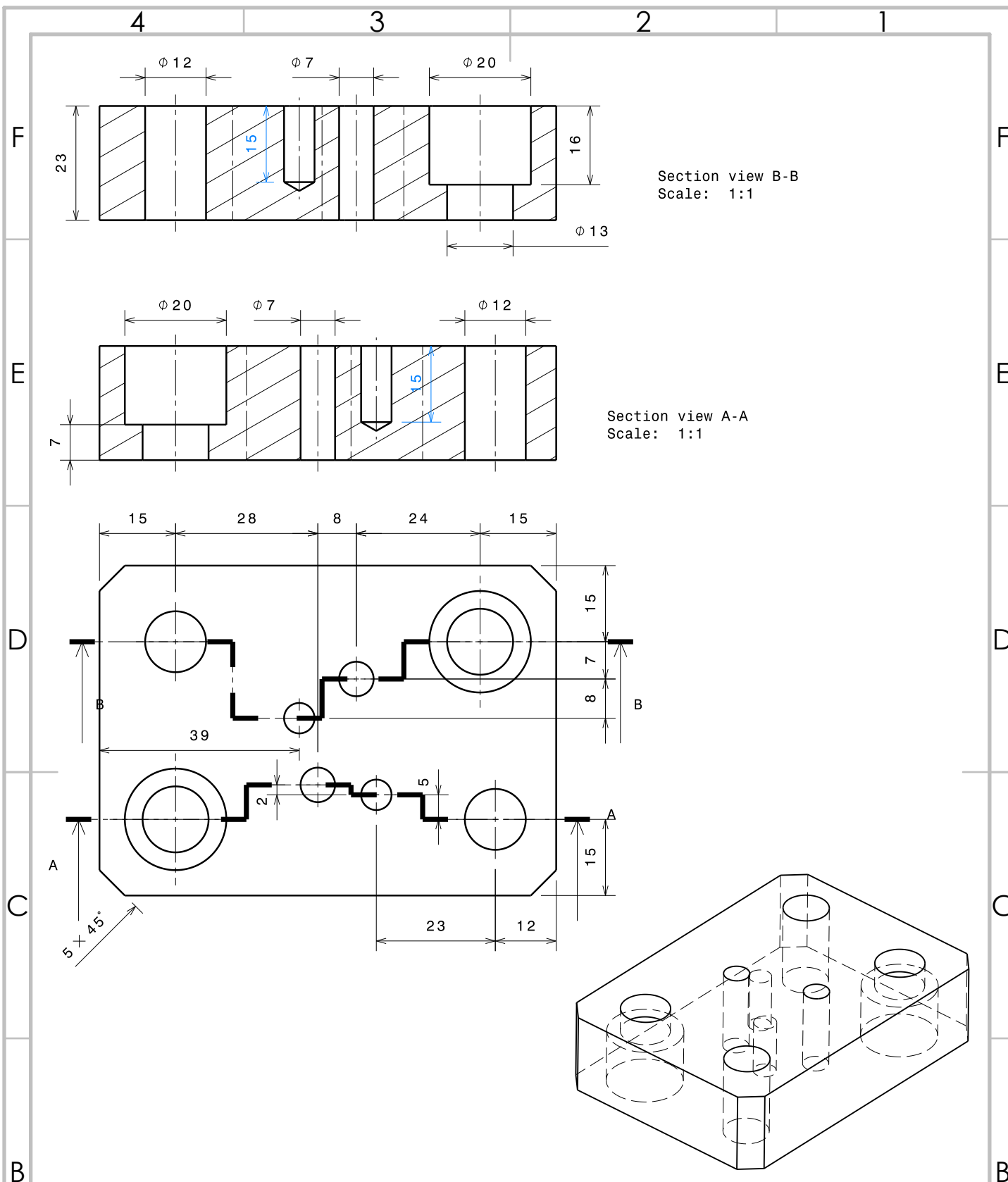


Troquel Progresivo de
Estampación

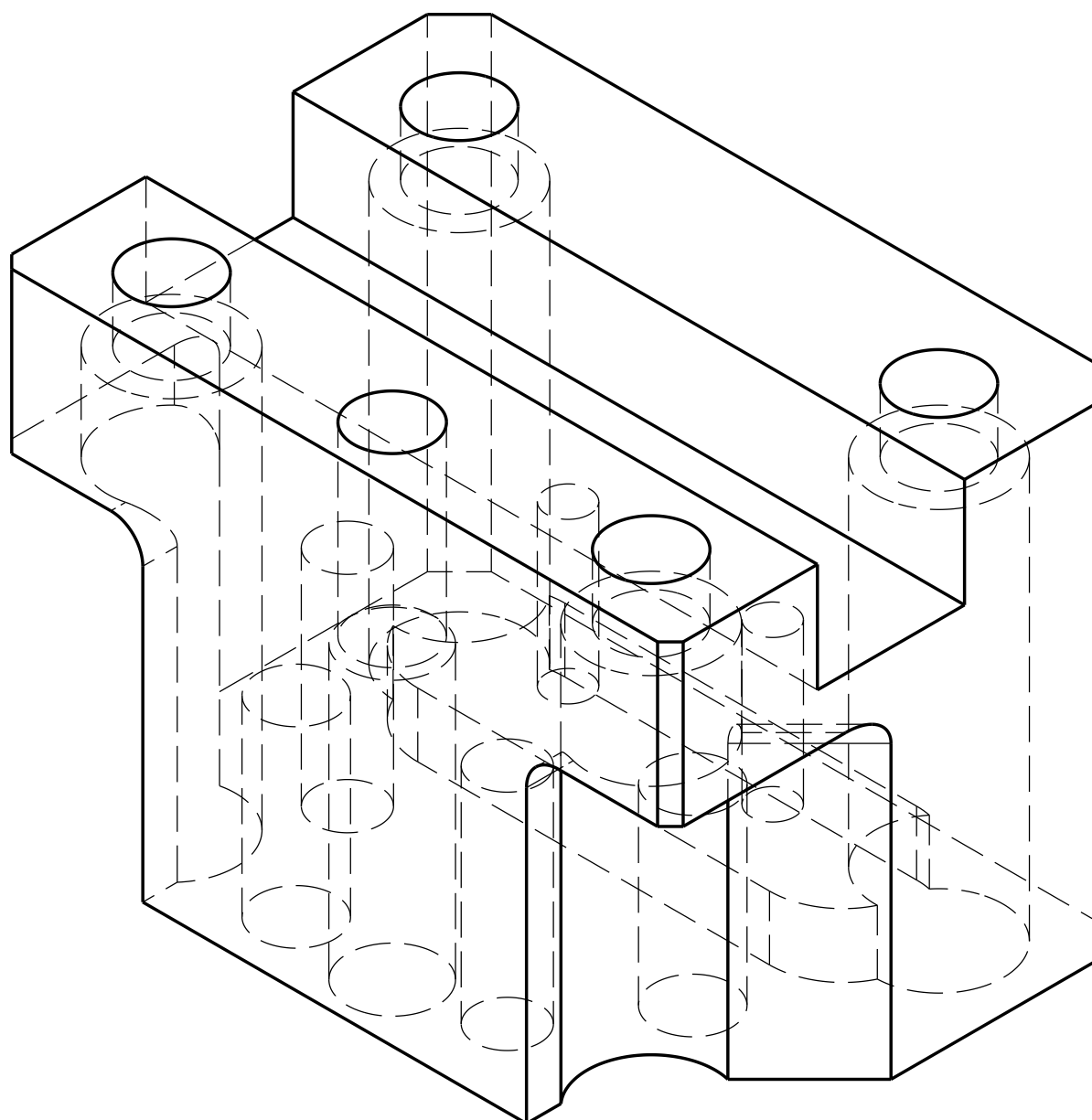
Referencia: 5.30

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
A	ESCALA 1:2	Suplemento superior		A
	PROYECCIÓN 			
	Troquel Progresivo de Estampación		Referencia: 5.31	
			Sustituye a:	
			Sustituido por:	
	4	3	2	1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento Superior

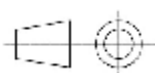
Troquel Progresivo de
Estampación

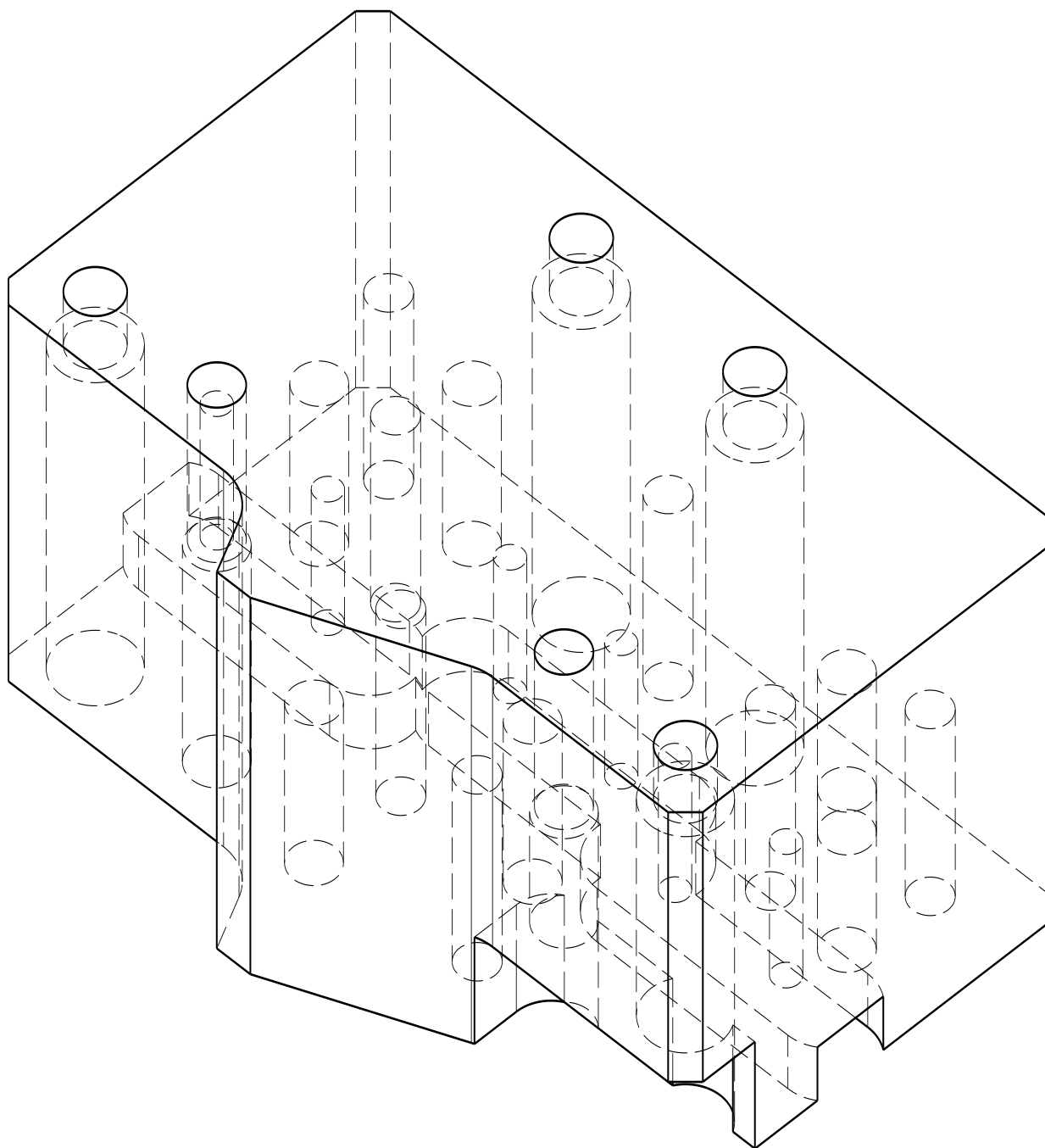
Referencia: 5.32

Sustituye a:

Sustituido por:

PROYECCIÓN





	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

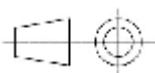
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento Superior

PROYECCIÓN

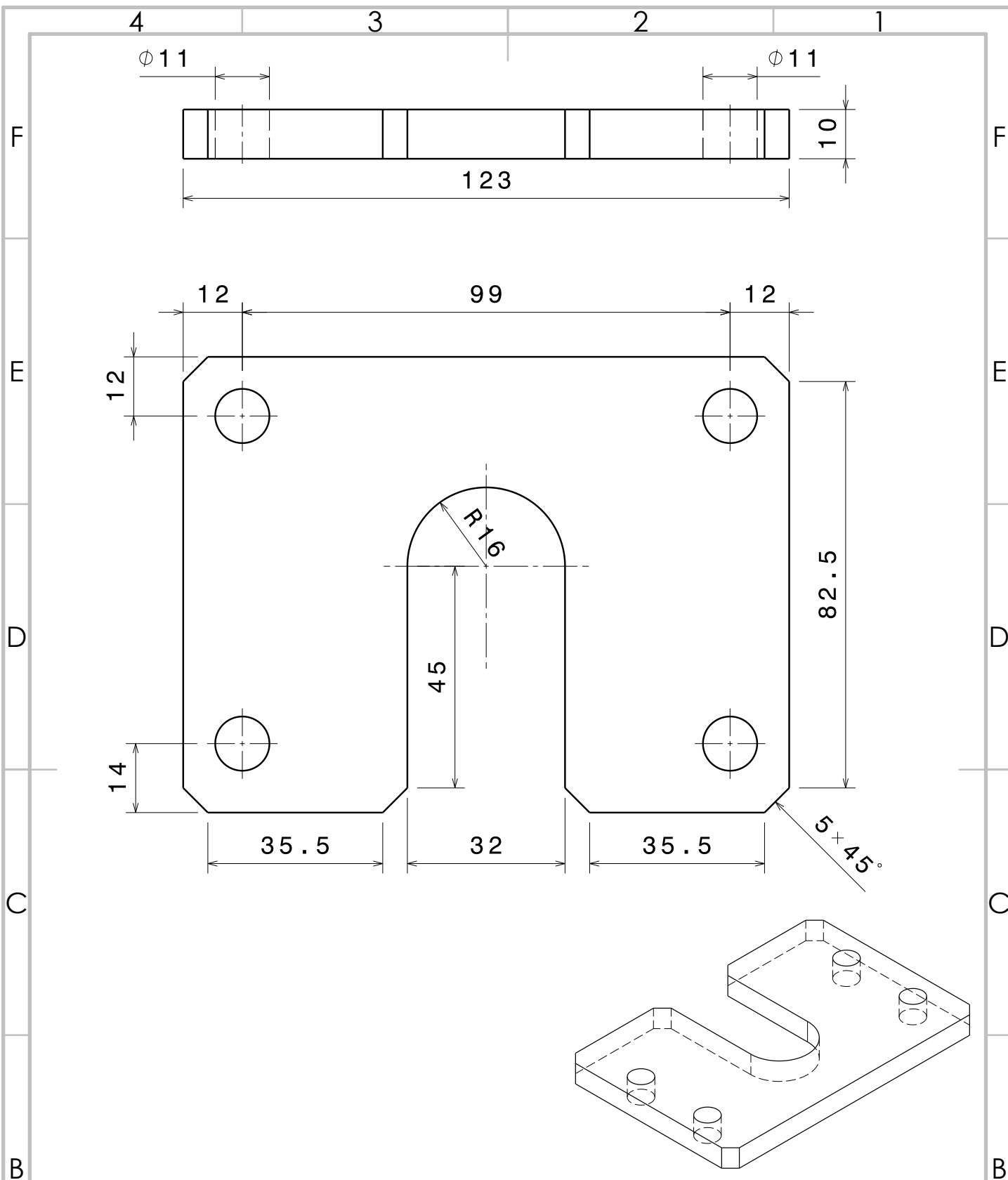


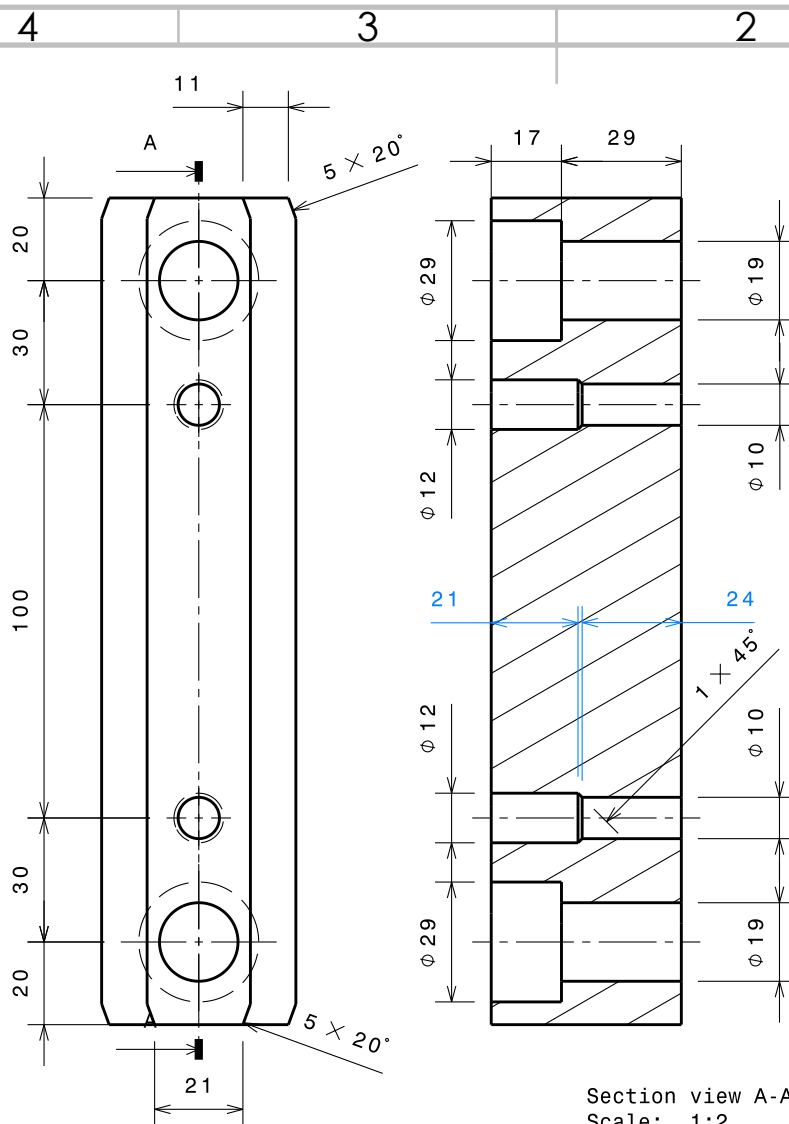
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 5.33

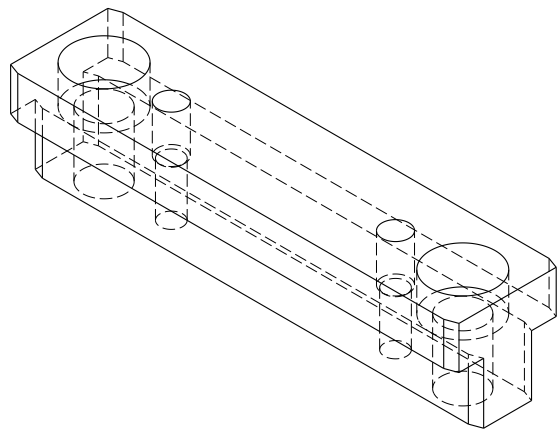
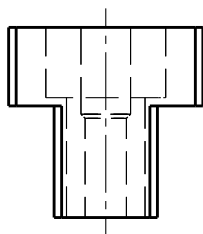
Sustituye a:

Sustituido por:





Section view A-A
Scale: 1:2



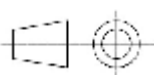
	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN

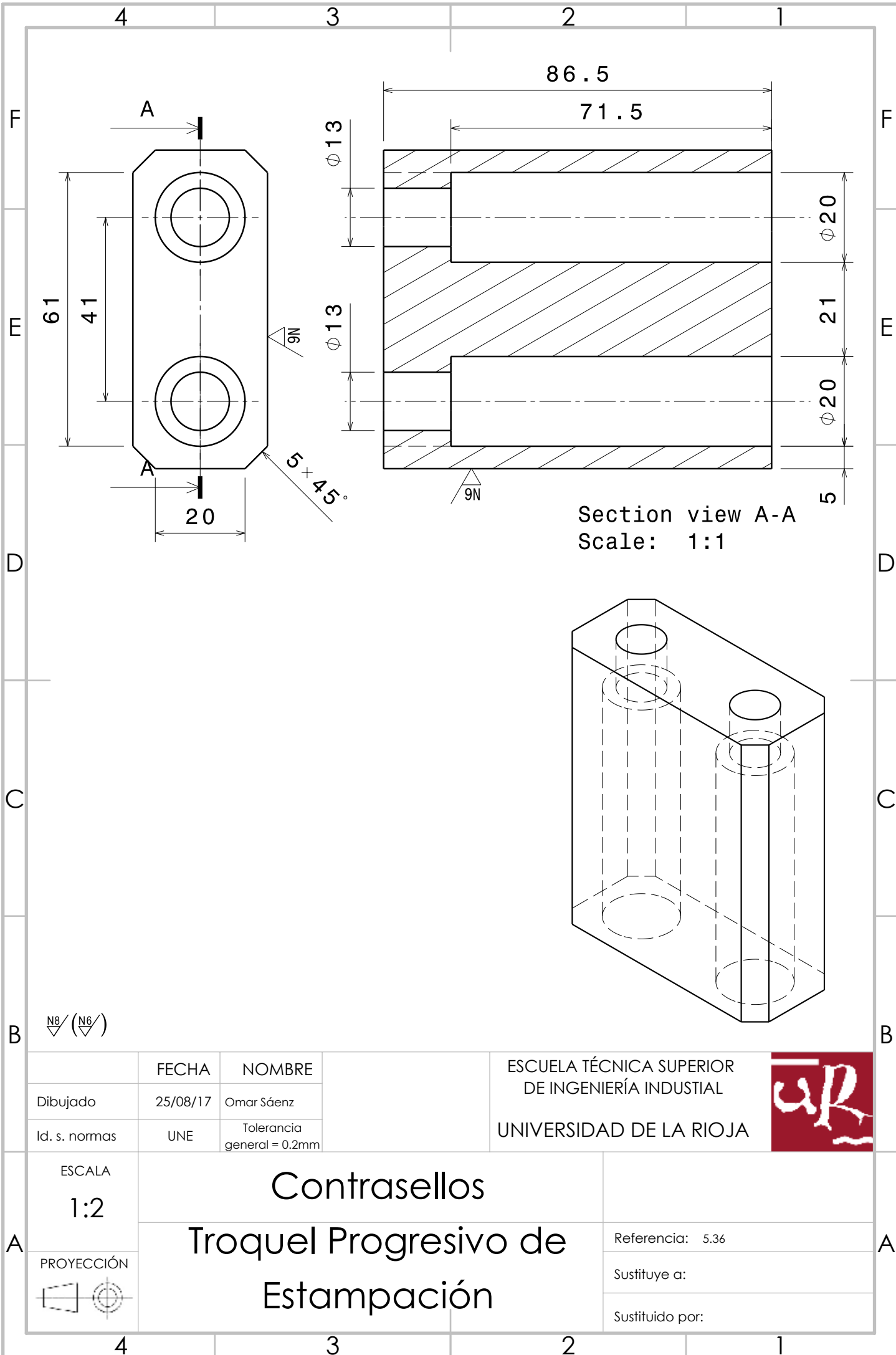


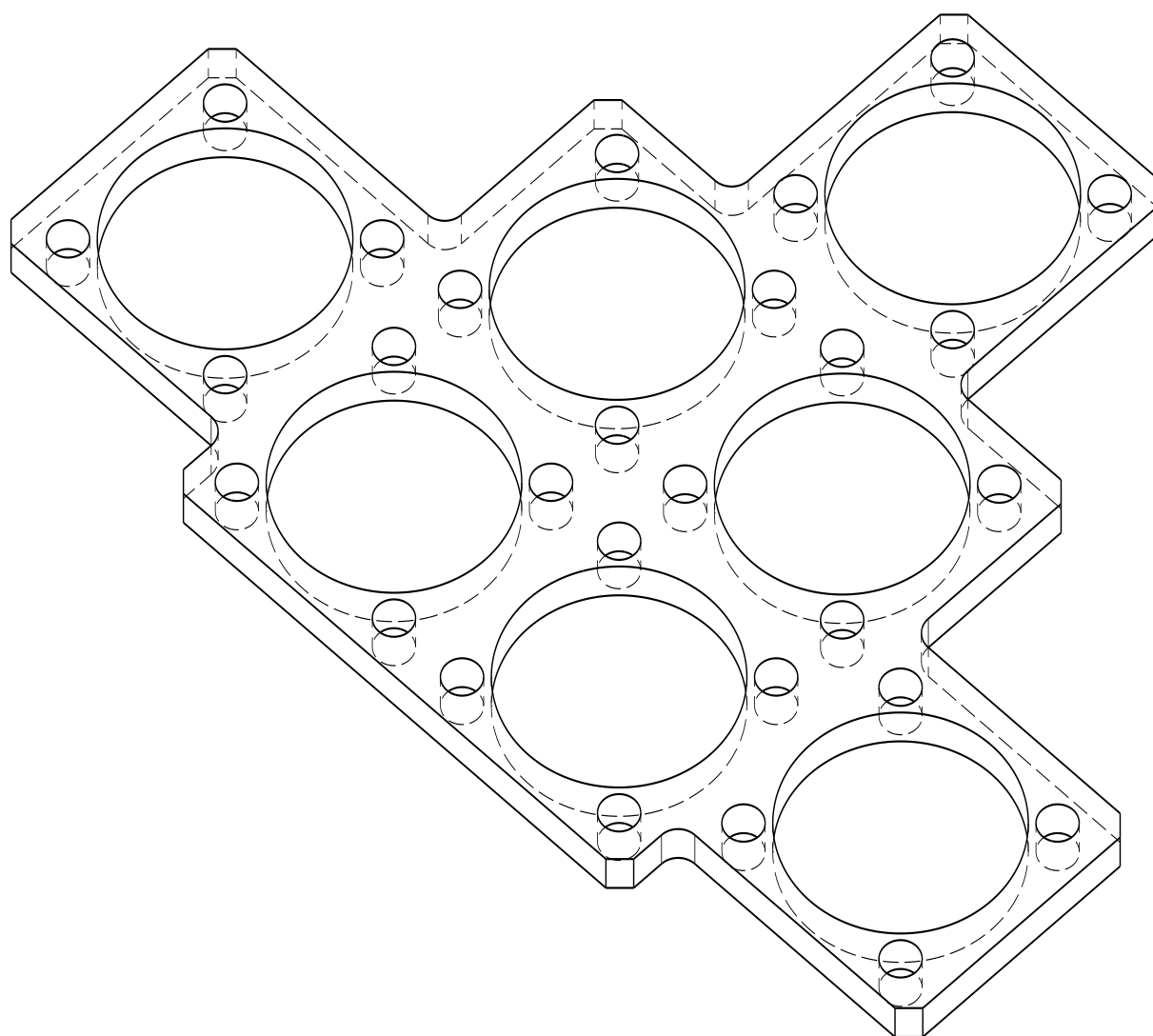
Suplemento amarre Troquel Progresivo de Estampación

Referencia: 5.35

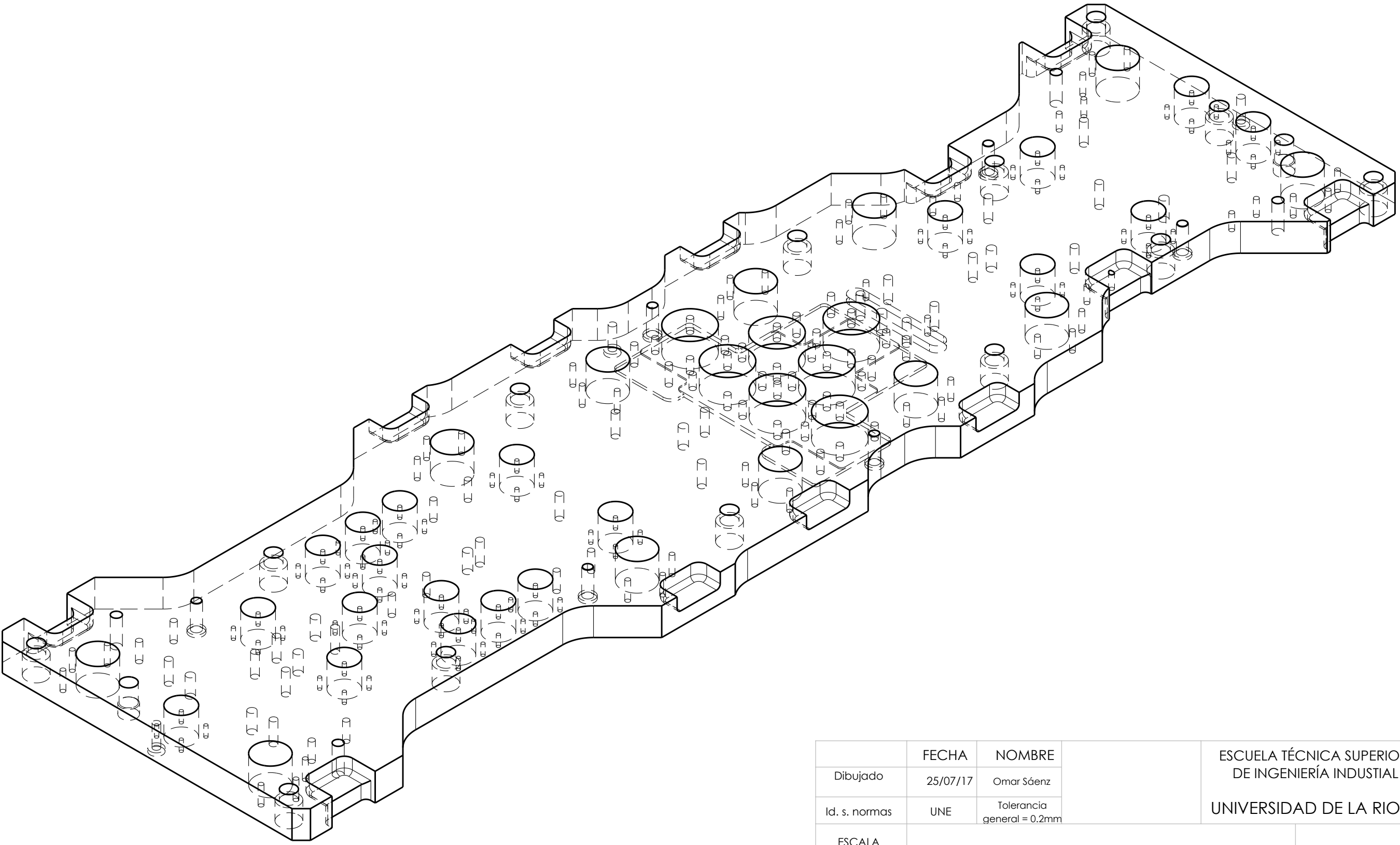
Sustituye a:

Sustituido por:



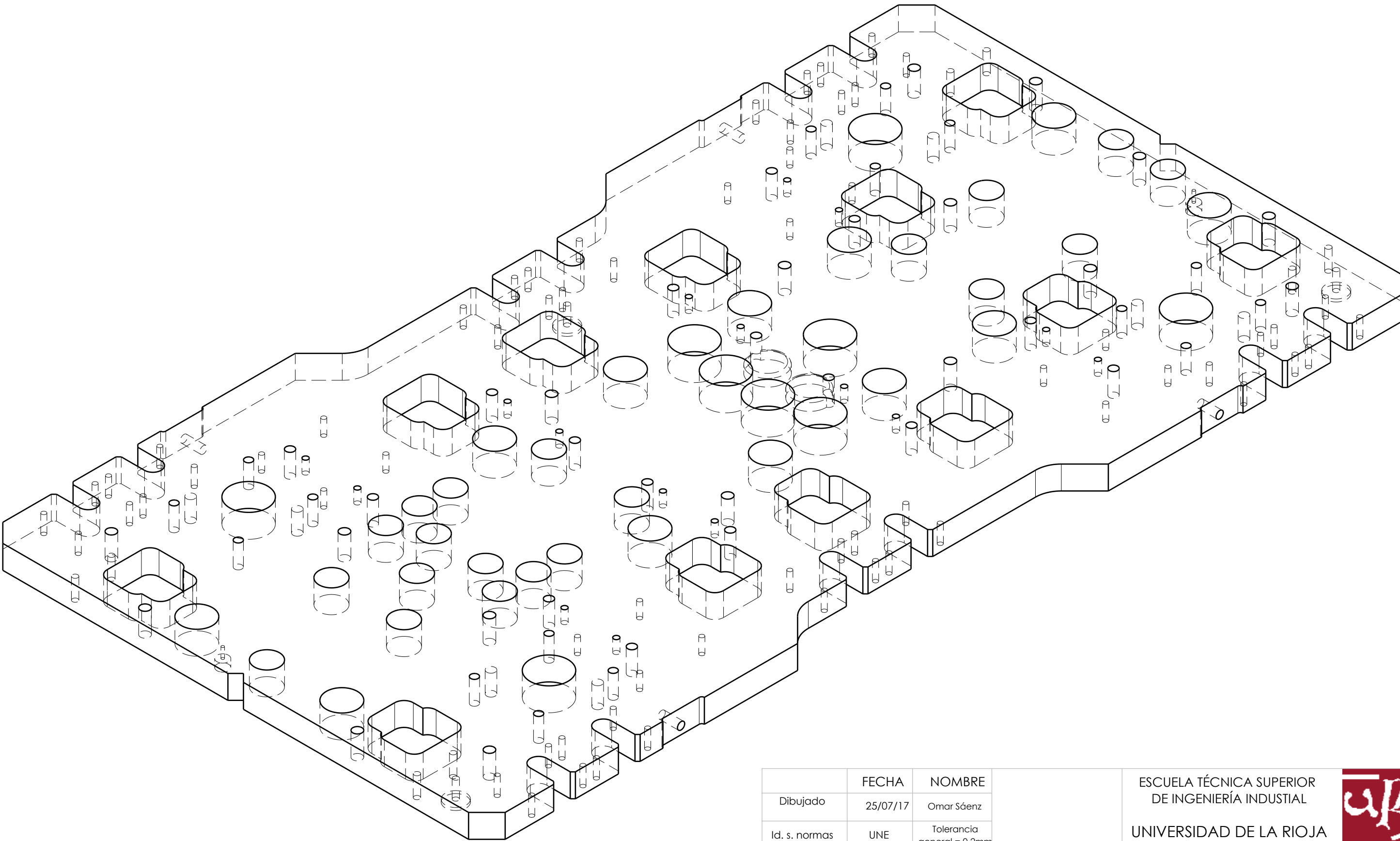


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Suplemento superior Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 5.37
PROYECCIÓN 				Sustituye a:
				Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Suplemento superior Troquel Progresivo de Estampación			
1:5				Referencia: 5.38
PROYECCIÓN				Sustituye a: Sustituido
				por:





	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:5	Base Superior Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 5.39
PROYECCIÓN 				Sustituye a: Sustituido por:

4

3

2

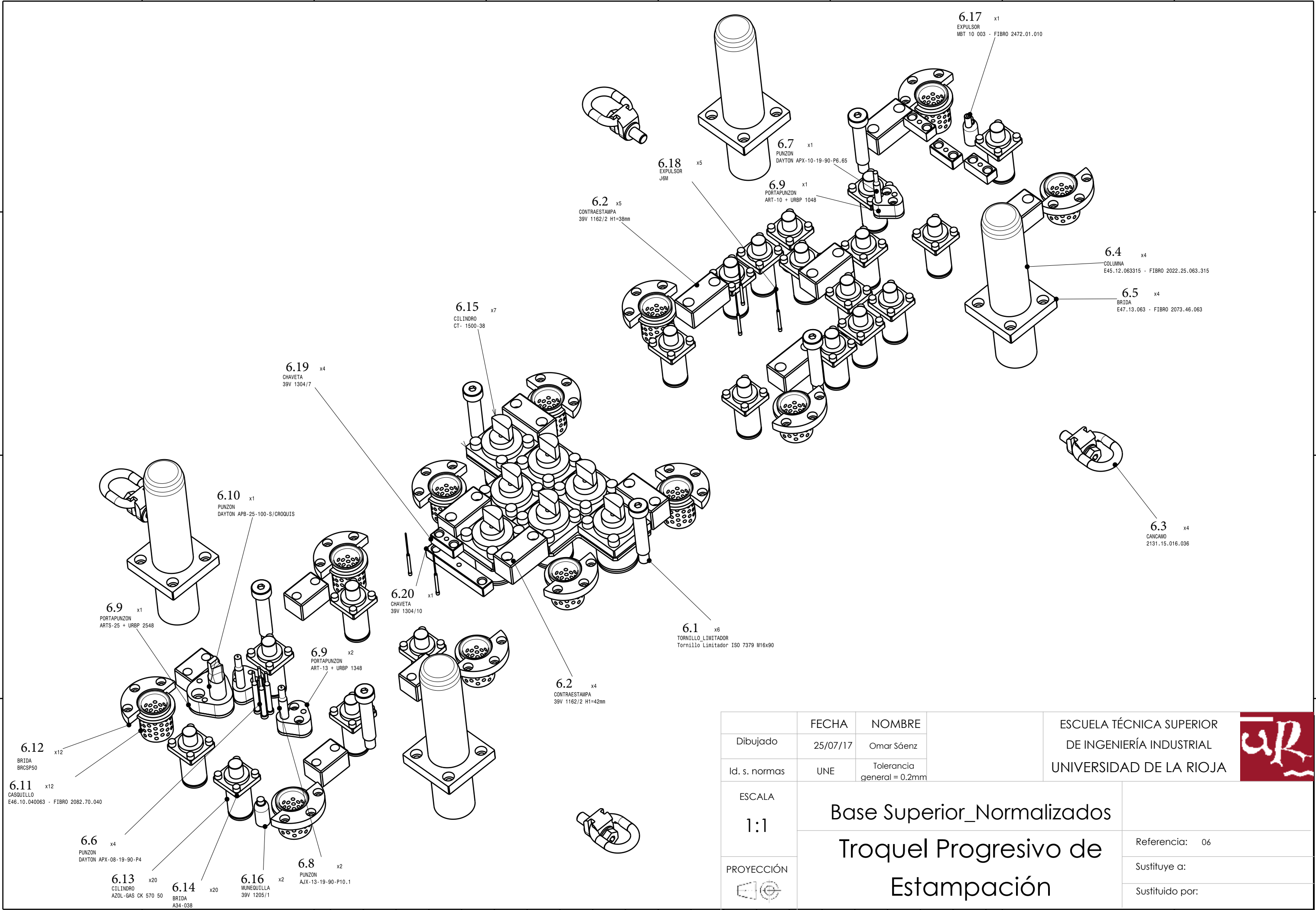
1

4

3

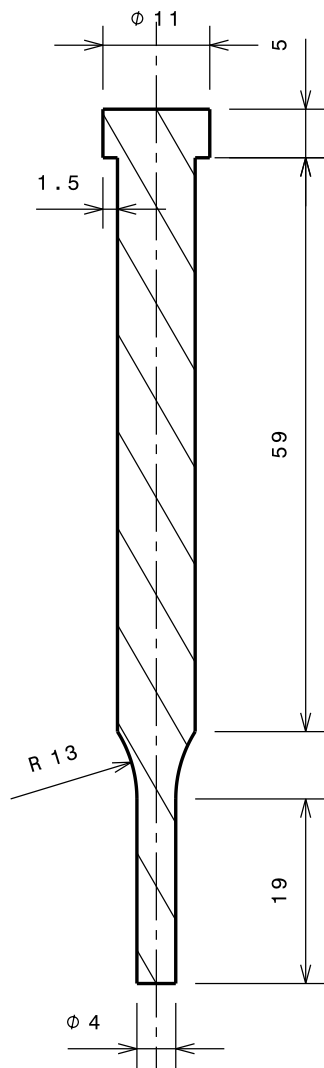
2

1

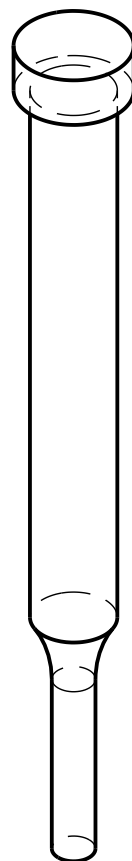
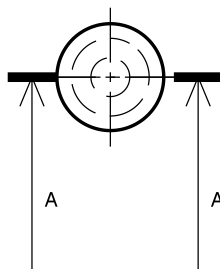


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Base Superior_Normalizados Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 06
1:1				Sustituye a:
PROYECCIÓN				Sustituido por:

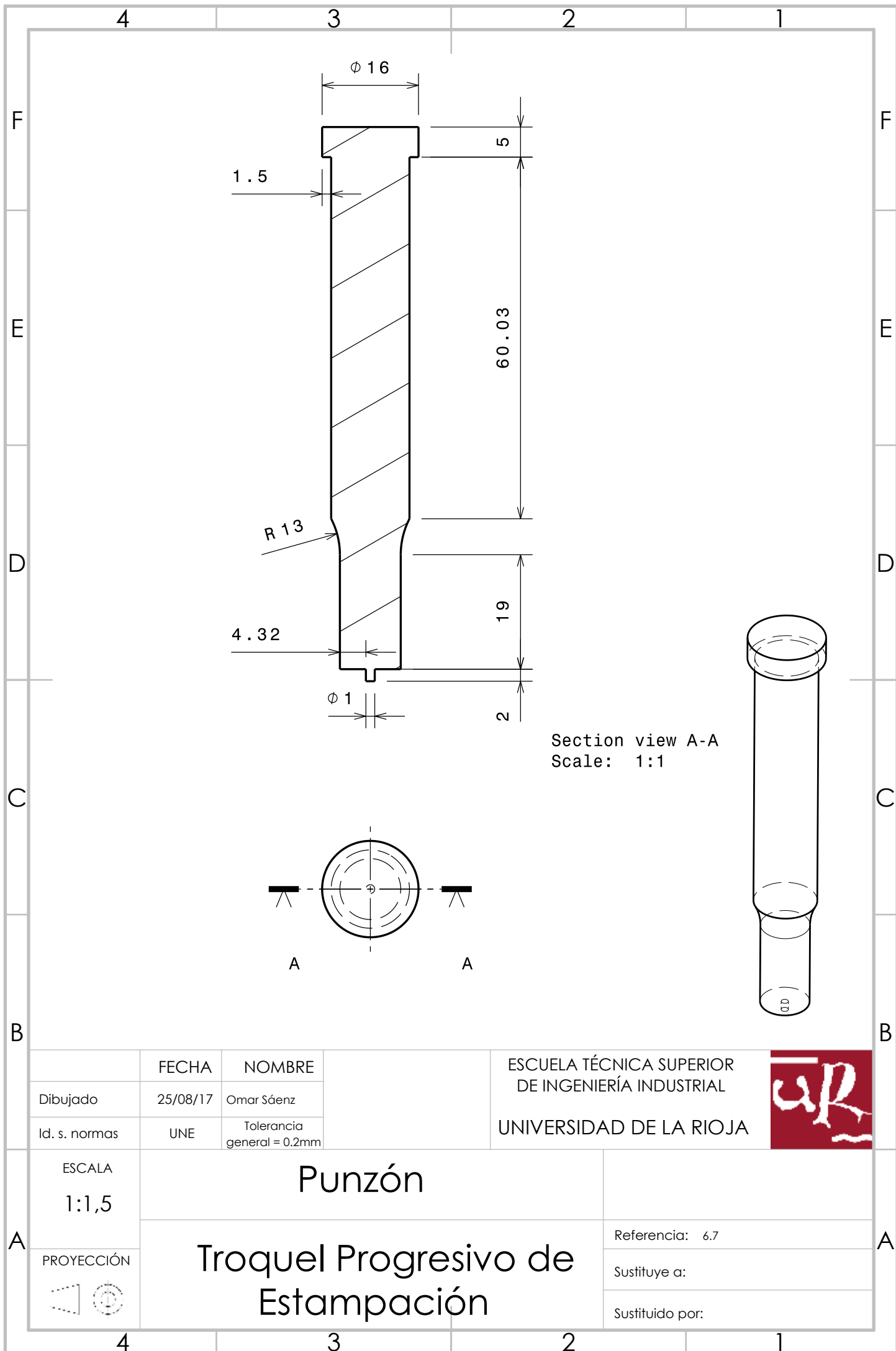




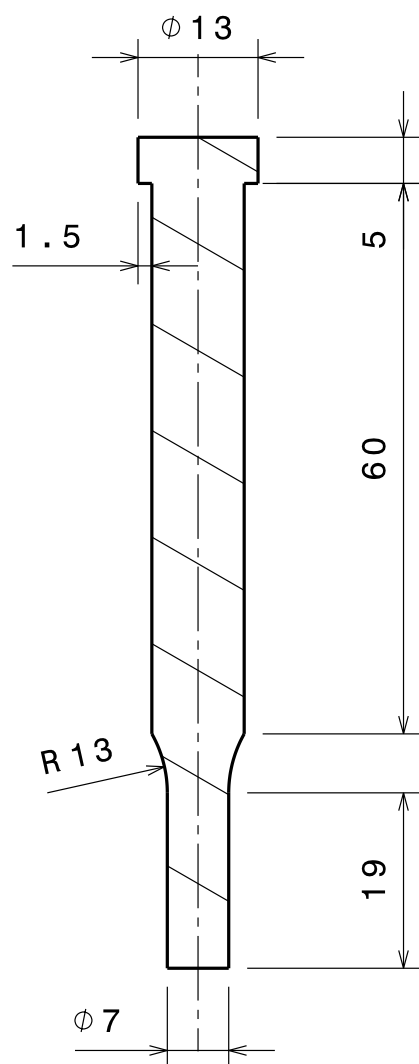
Section view A-A
Scale: 1:1



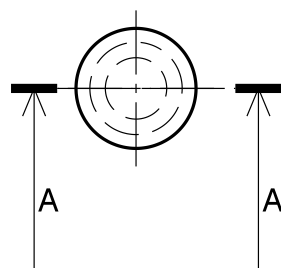
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Punzón			
PROYECCIÓN 				Troquel Progresivo de Estampación
	Referencia: 6.6			
	Sustituye a:			
	Sustituido por:			



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA 
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz	
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm	
ESCALA 1:1,5	Punzón		
PROYECCIÓN 	Troquel Progresivo de Estampación		Referencia: 6.7
			Sustituye a:
			Sustituido por:



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

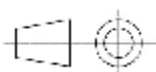
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Punzón

PROYECCIÓN

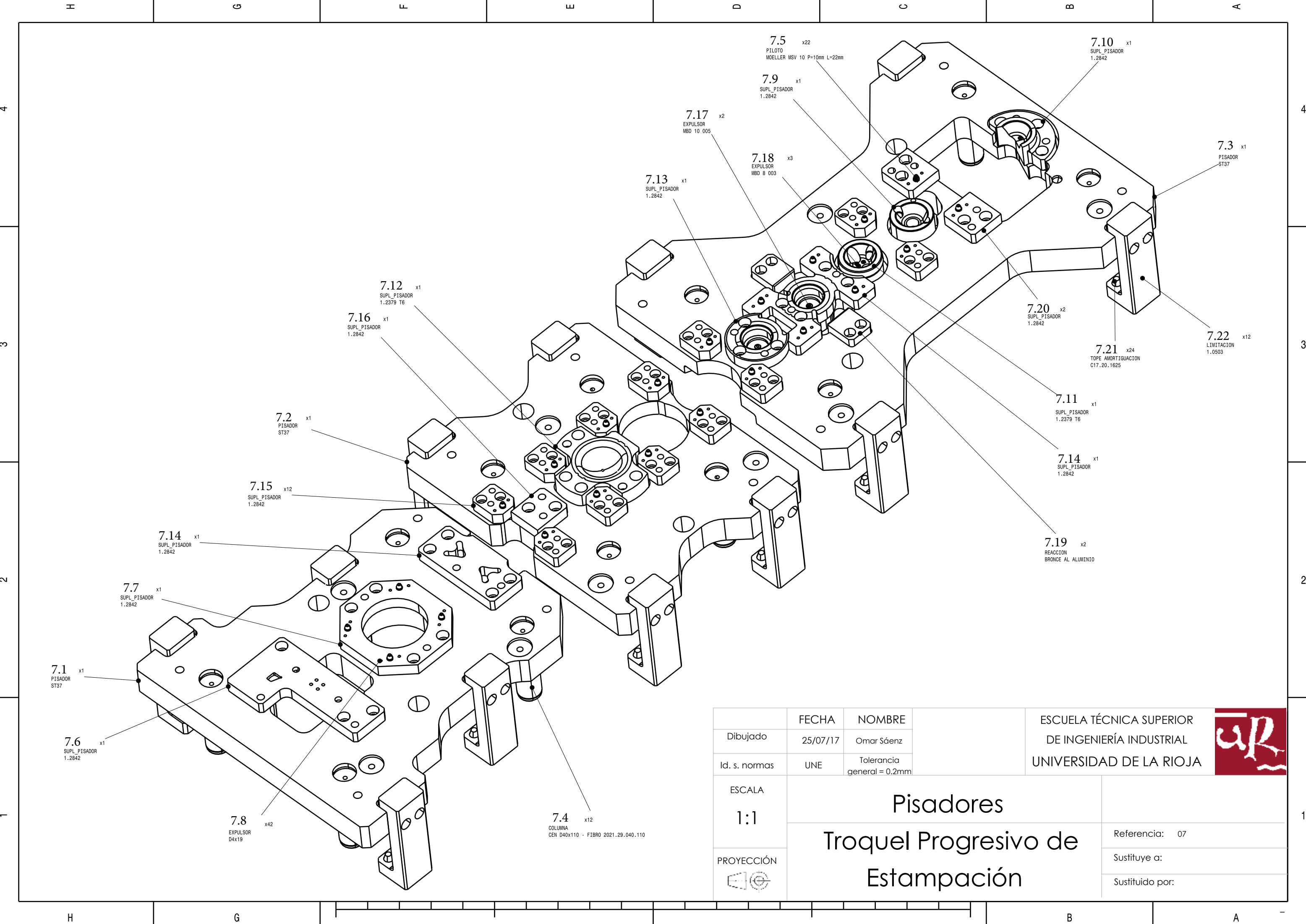


Troquel Progresivo de
Estampación

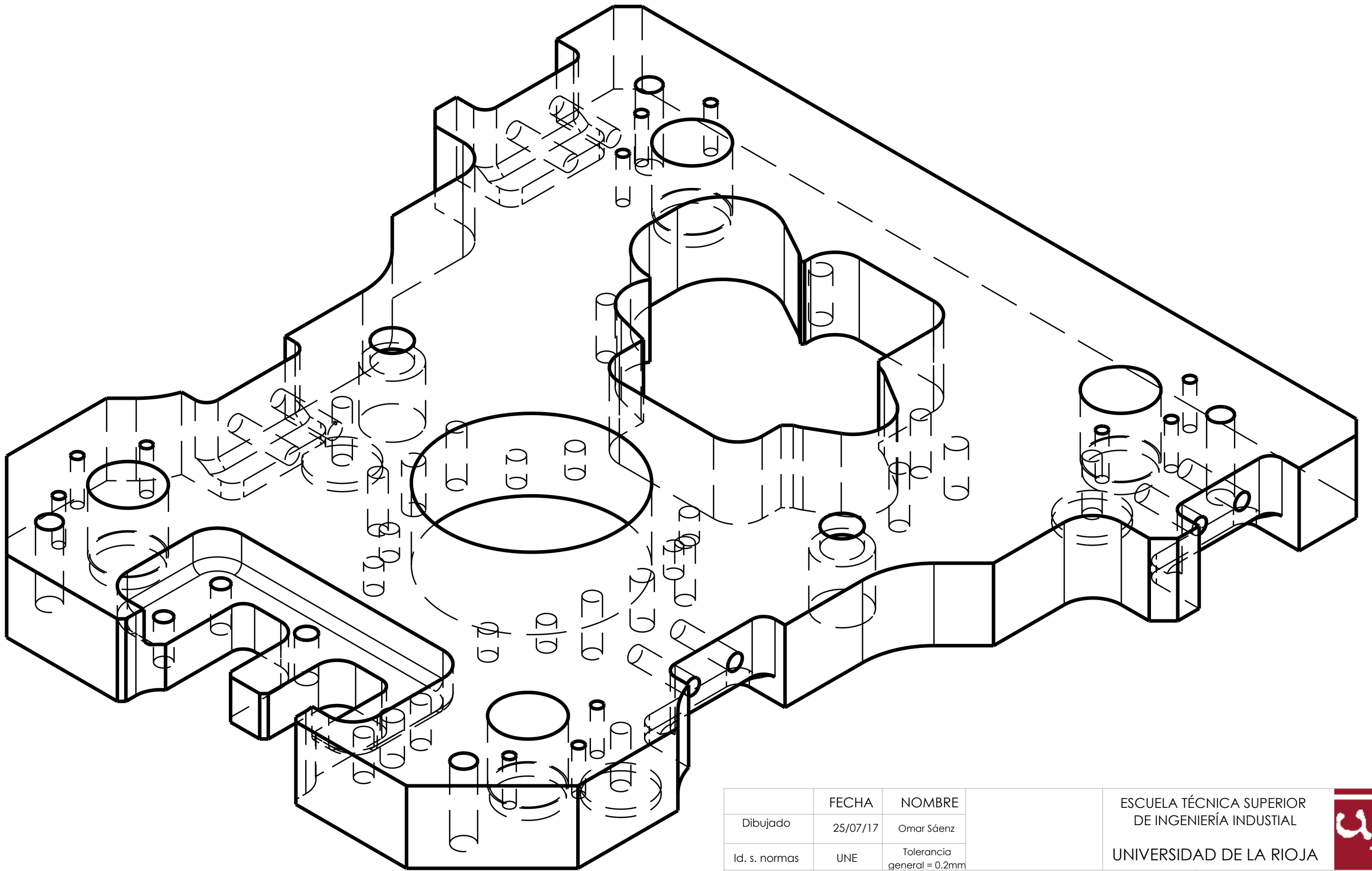
Referencia: 6.8

Sustituye a:

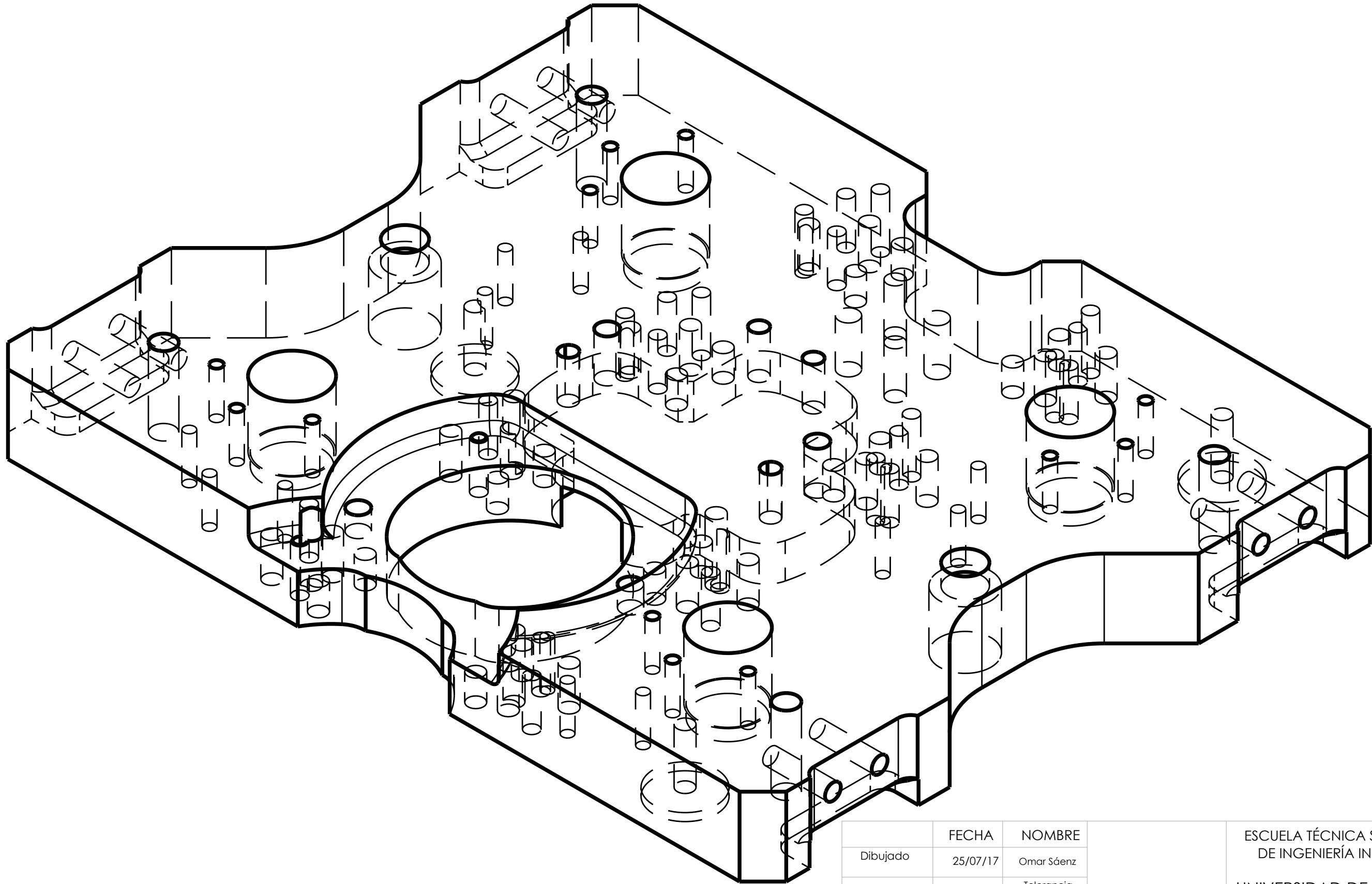
Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Pisadores Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 07
1:1				Sustituye a:
PROYECCIÓN				Sustituido por:

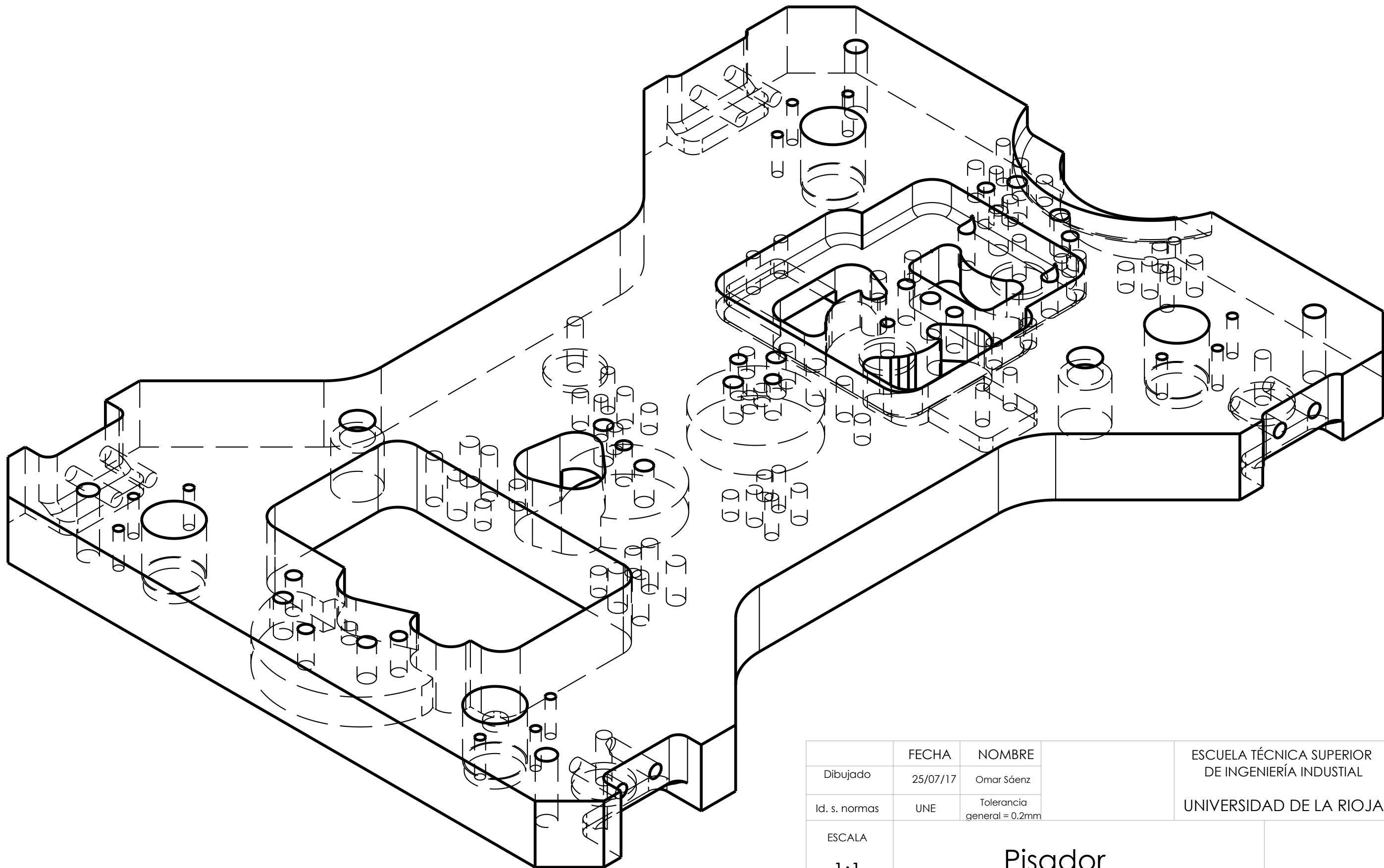


	FECHA	NOMBRE	<div>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</div> <div>UNIVERSIDAD DE LA RIOJA</div> <div></div>	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	<div>Pisador</div> <div>Troquel Progresivo de Estampación</div>			Referencia: 7.1
1:5				Sustituye a:
PROYECCIÓN				Sustituido por:



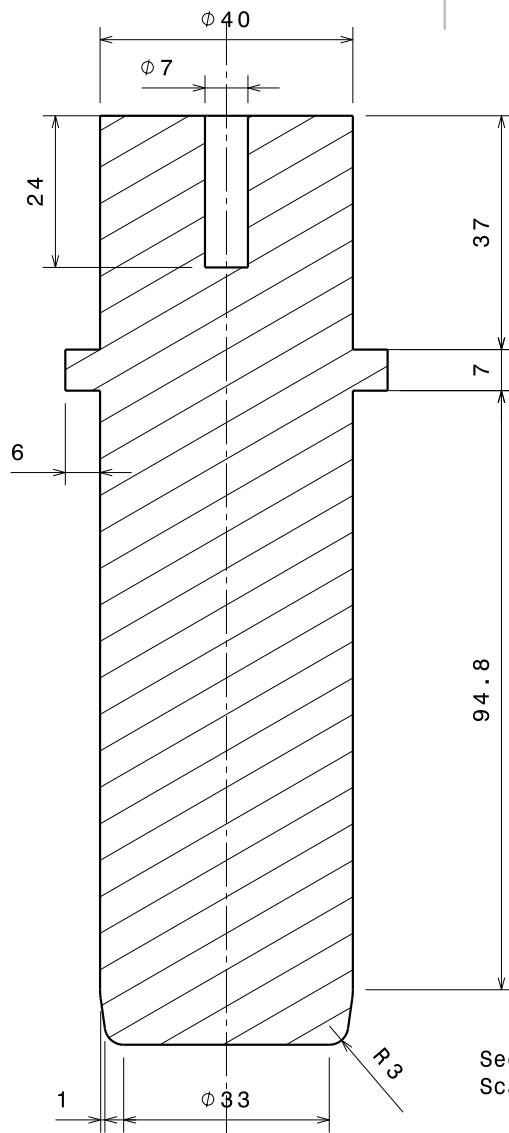
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Pisador Troquel Progresivo de Estampación			
1:1				Referencia: 7.2
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:



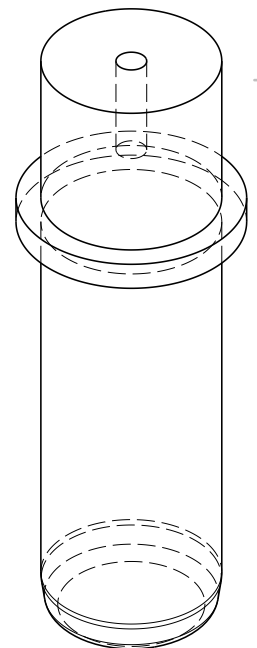
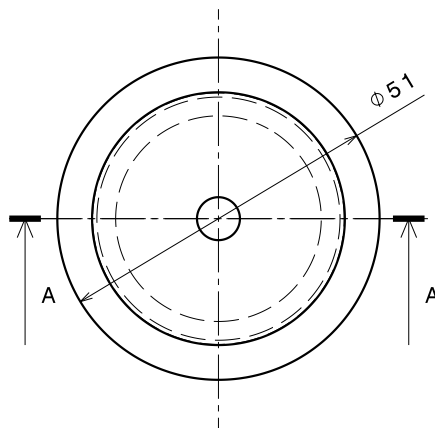


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Pisador Troquel Progresivo de Estampación			
1:1				Referencia: 7.3
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:

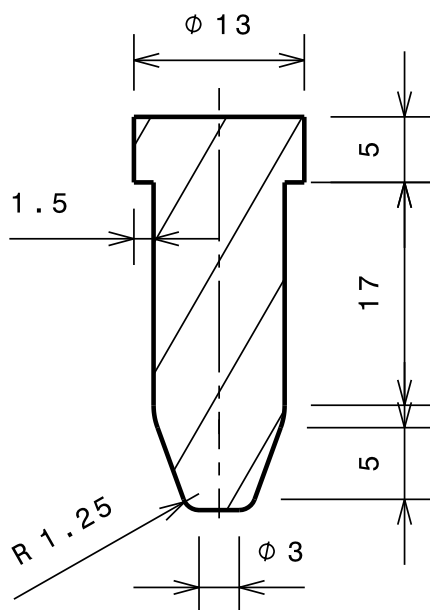




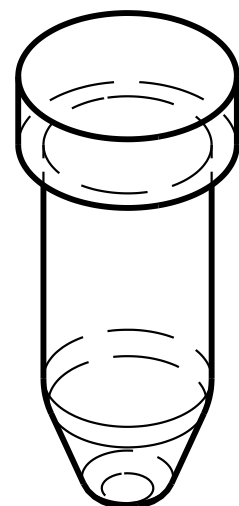
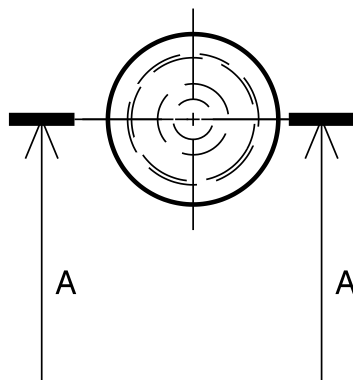
Section view A-A
Scale: 1:1



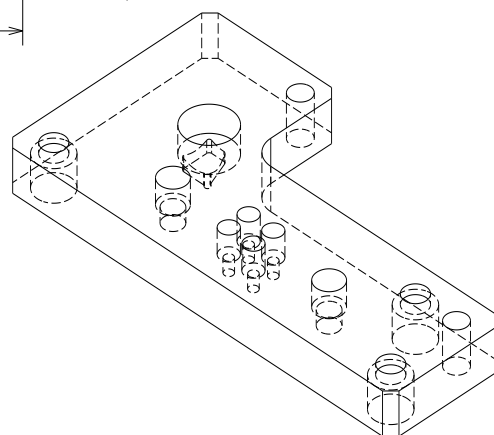
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Columna pisador Troquel Progresivo de Estampación			
PROYECCIÓN				Referencia: 7.4
				Sustituye a:
				Sustituido por:



Section view A-A
Scale: 1:1

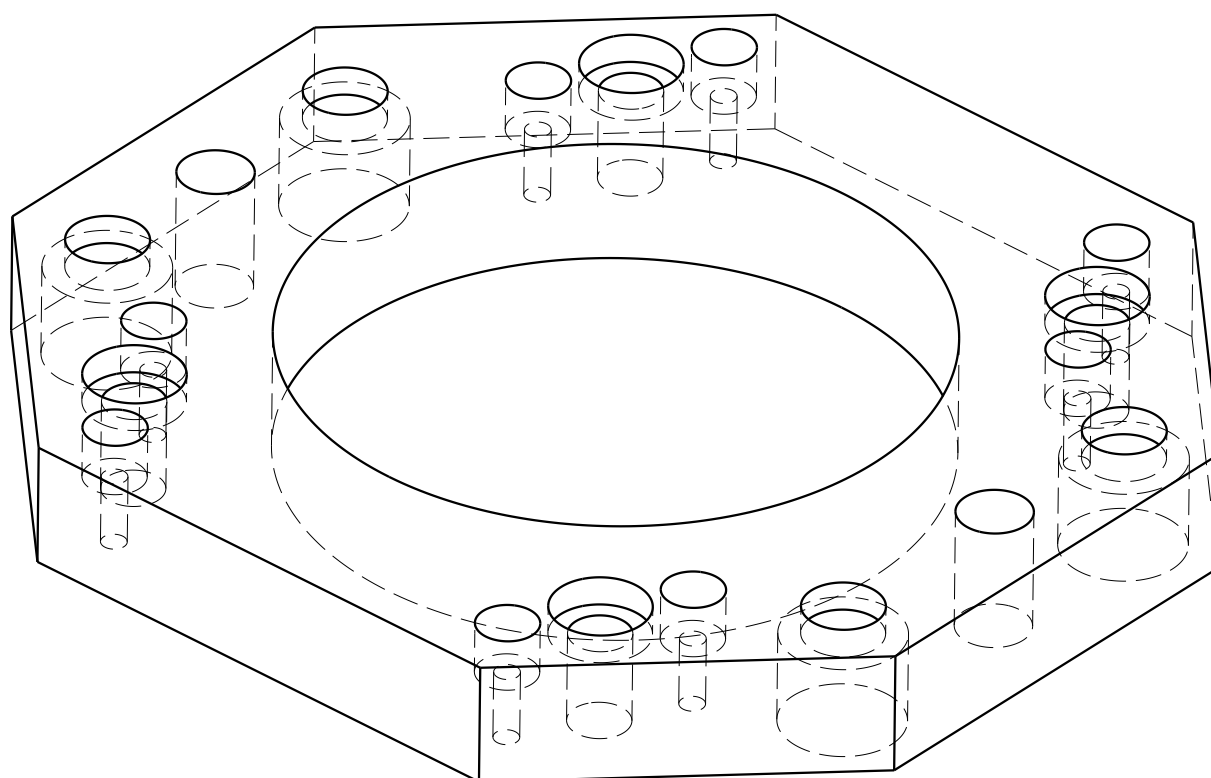


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:1	Piloto Troquel Progresivo de Estampación			
PROYECCIÓN 				Referencia: 7.5
				Sustituye a:
				Sustituido por:



Detail B
Scale: 1:1

	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Suplemento pisador Troquel Progresivo de Estampación			
PROYECCIÓN 			Referencia: 7.6	
			Sustituye a:	
			Sustituido por:	



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

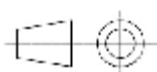
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento pisador

PROYECCIÓN

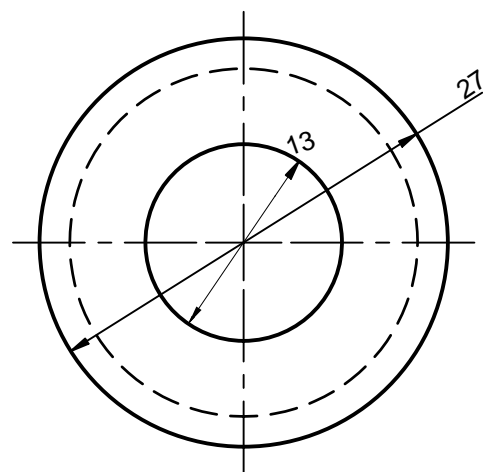
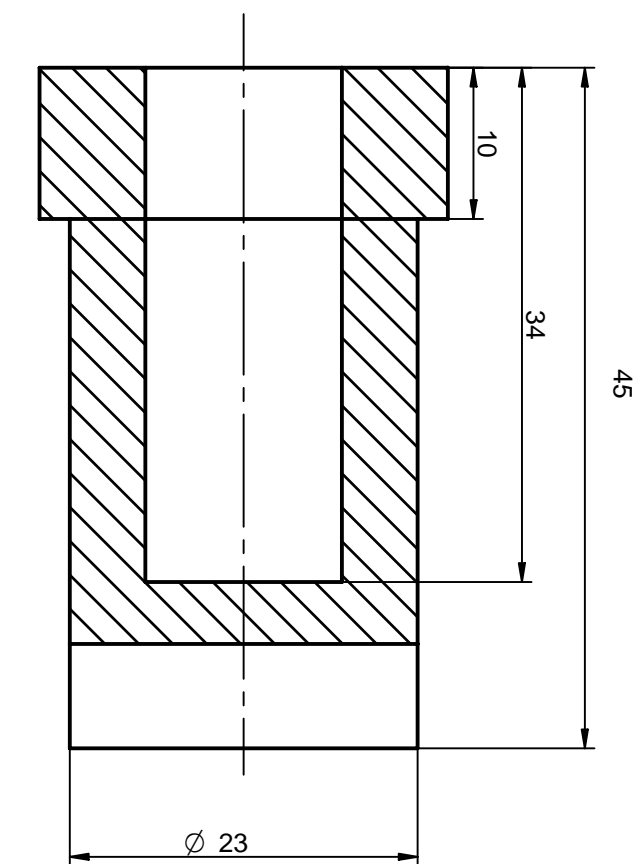


Troquel Progresivo de
Estampación

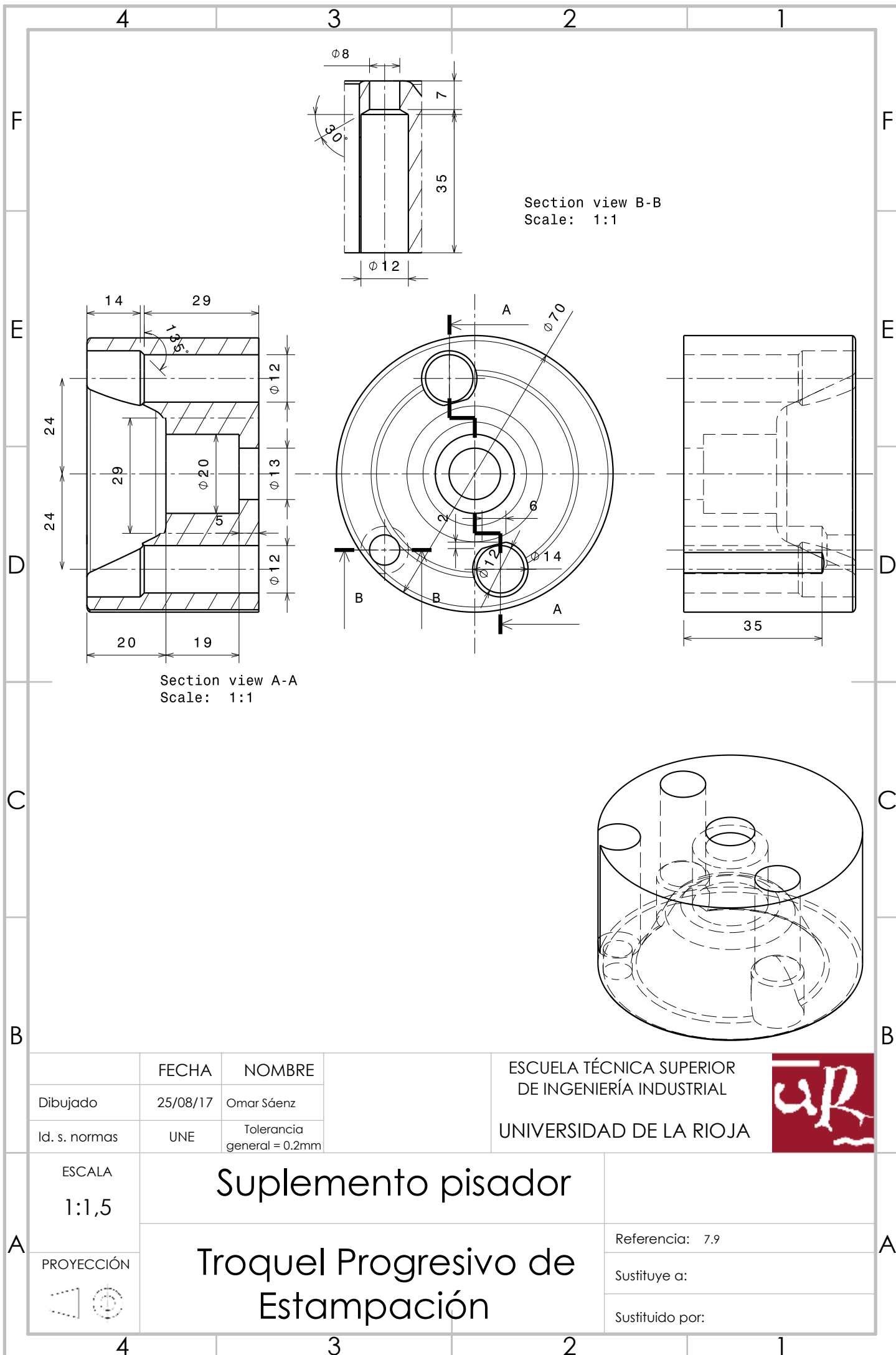
Referencia: 7.7

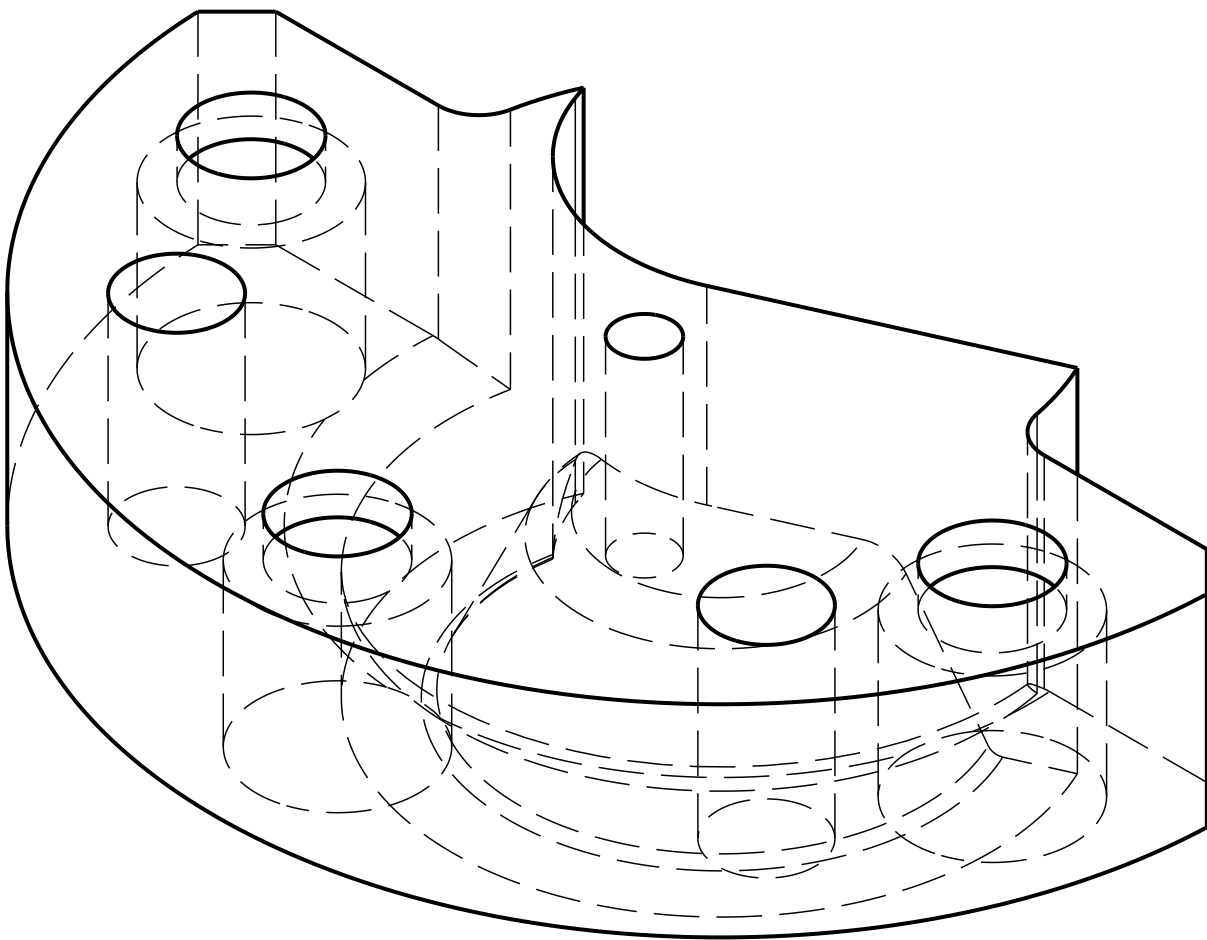
Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Expulsor Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 7.8	
PROYECCIÓN 				Sustituye a:	
				Sustituido por:	





	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

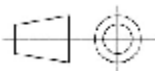
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento pisador

PROYECCIÓN

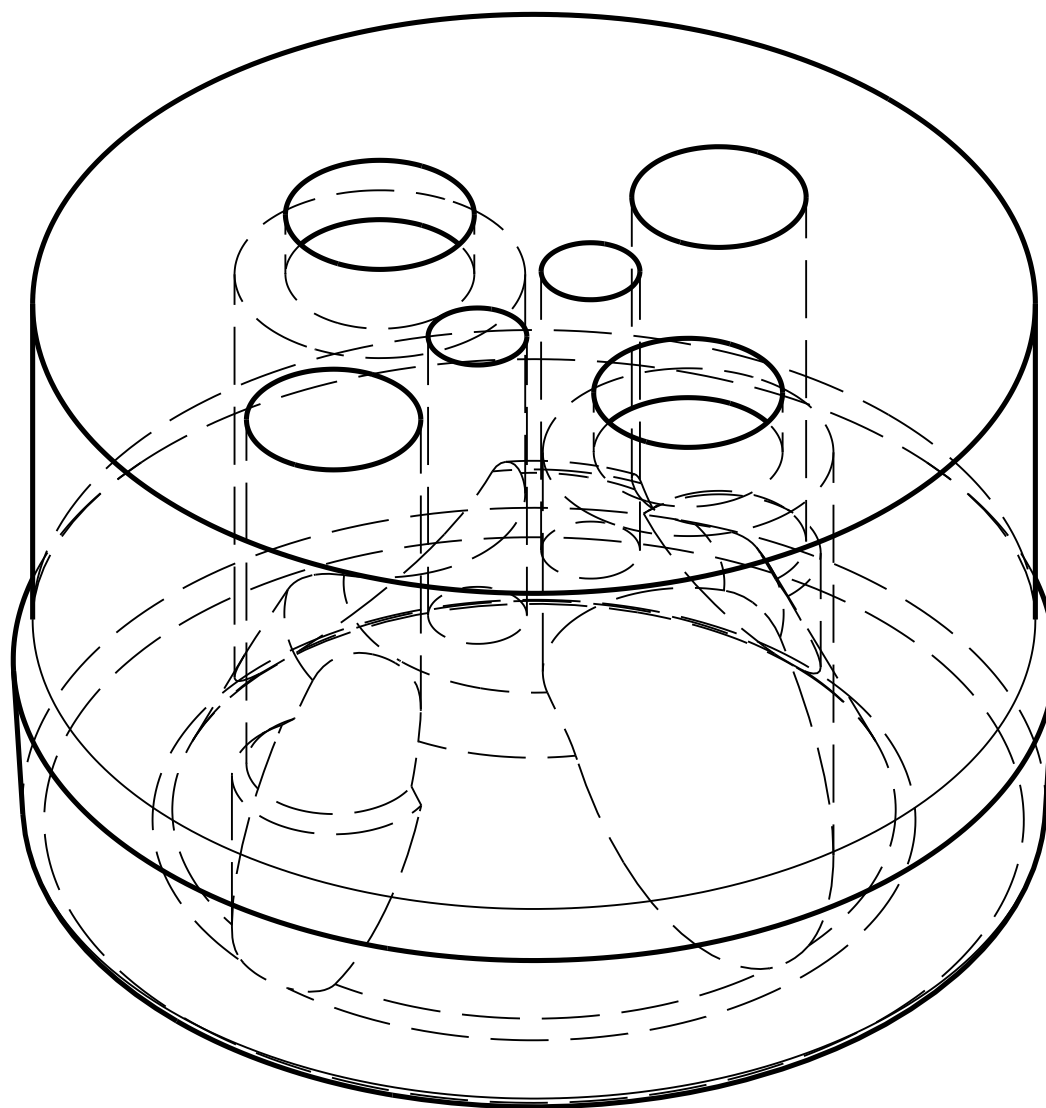


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 7.10

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

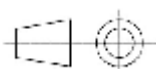
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento pisador

PROYECCIÓN

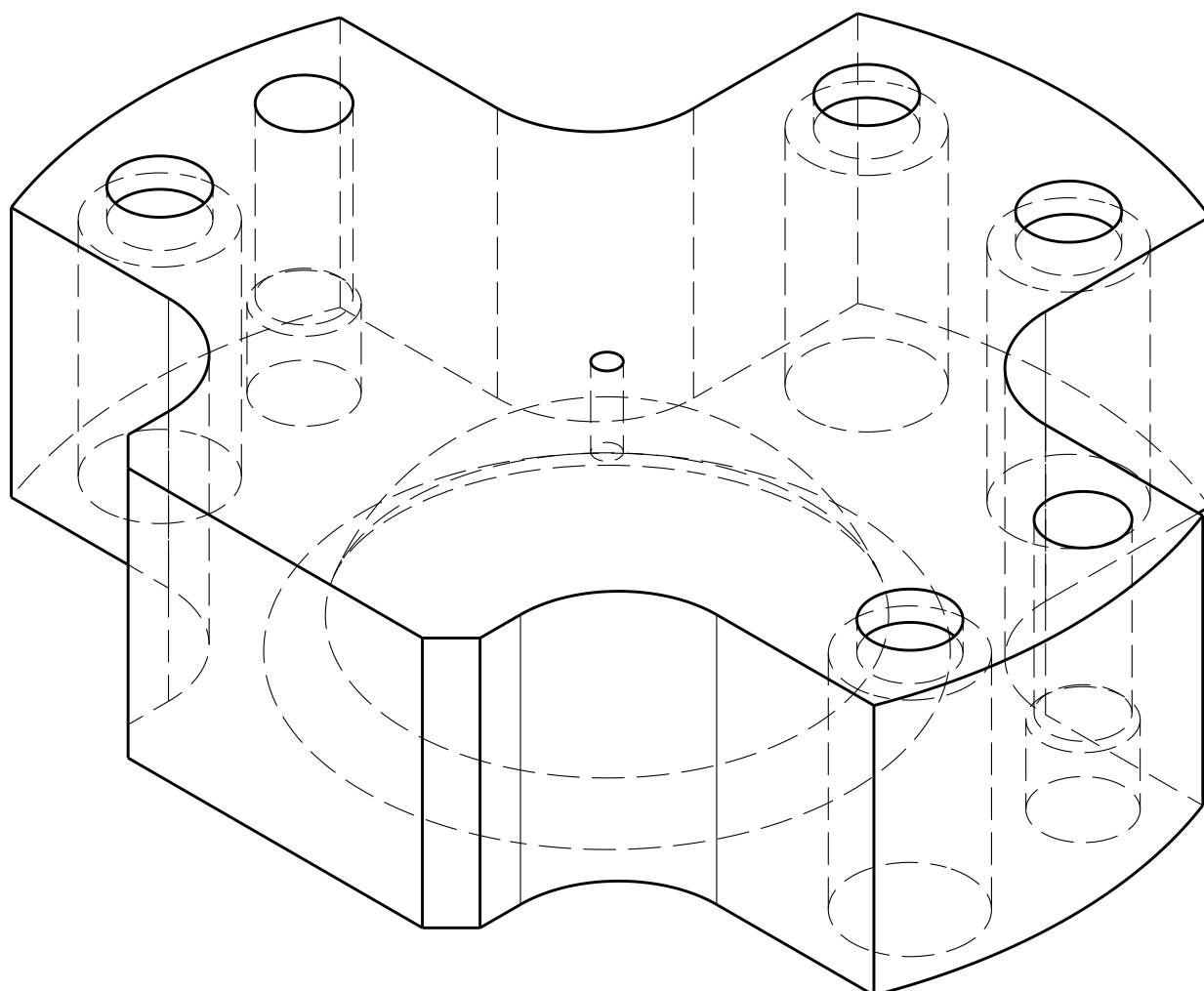


Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 7.11

Sustituye a:

Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

Suplemento pisador

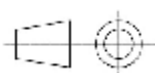
Troquel Progresivo de
Estampación

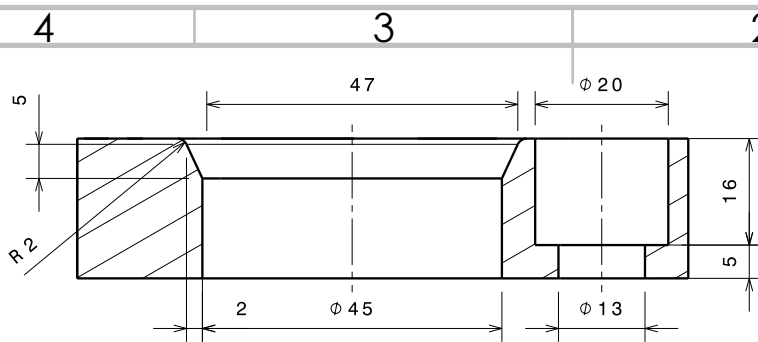
Referencia: 7.12

Sustituye a:

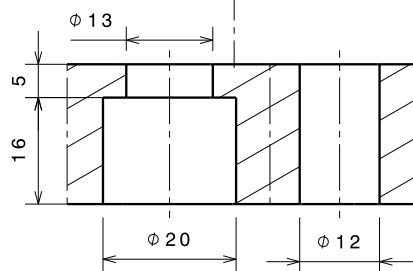
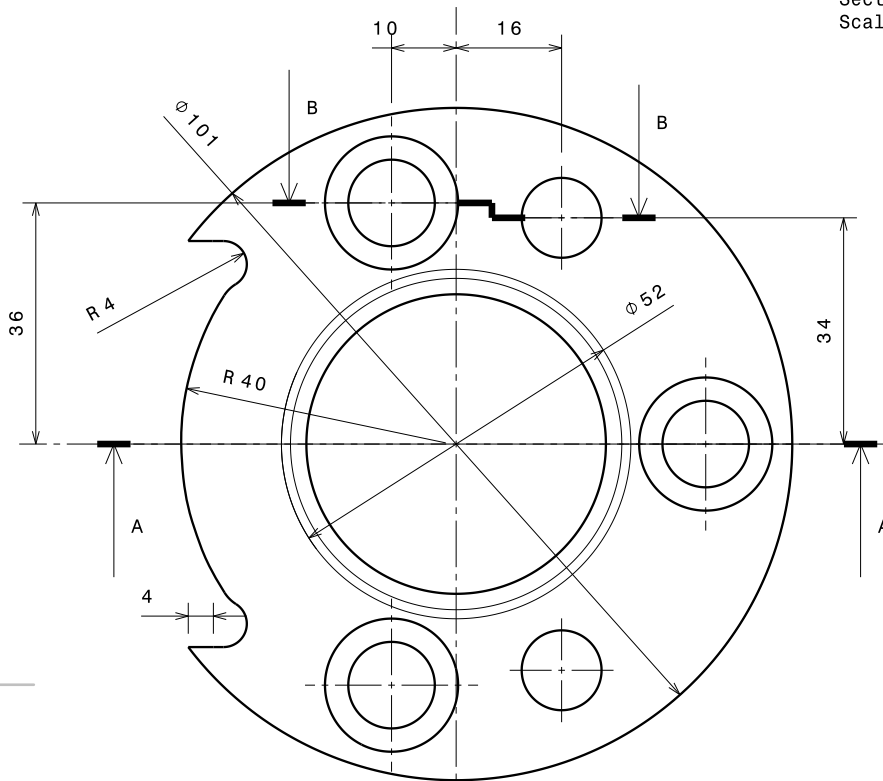
Sustituido por:

PROYECCIÓN

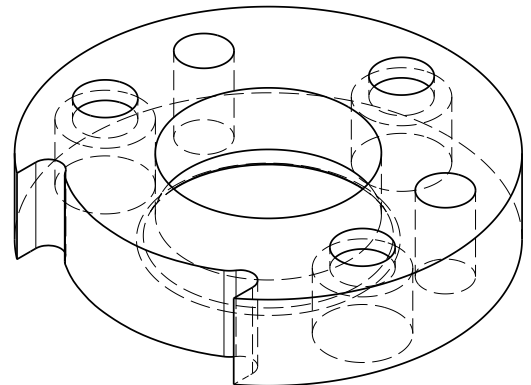




Section view A-A
Scale: 1:1



Section view B-B
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

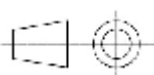
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA

1:2

PROYECCIÓN



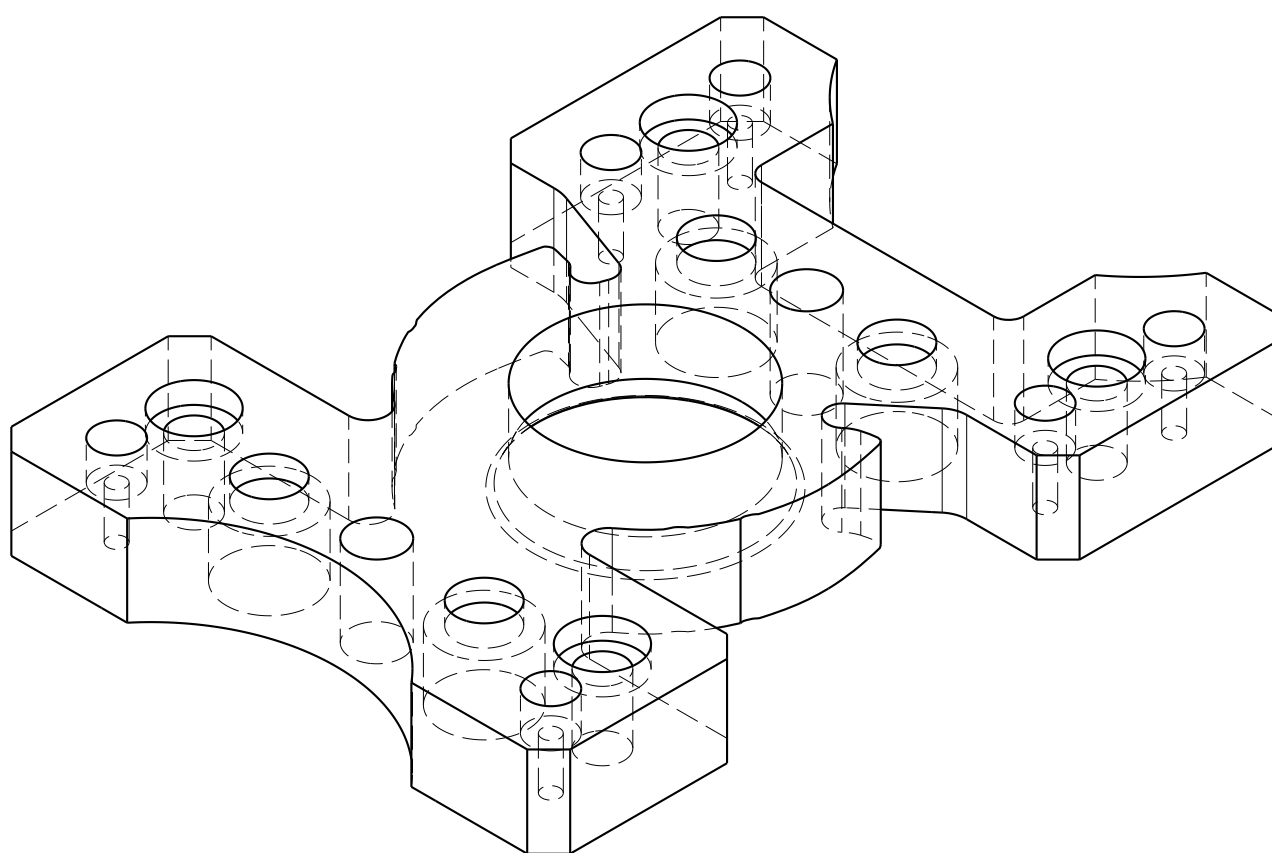
Suplemento pisador

Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 7.13

Sustituye a:

Sustituido por:



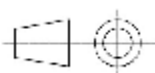
	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN

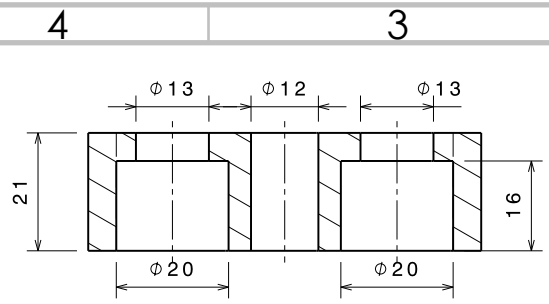


Suplemento pisador Troquel Progresivo de Estampación

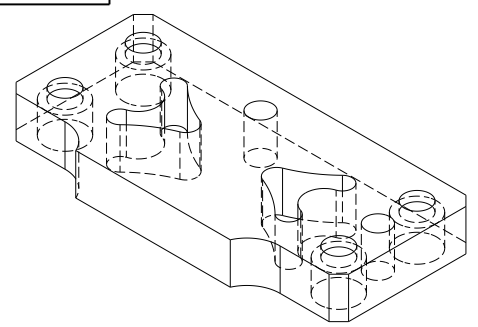
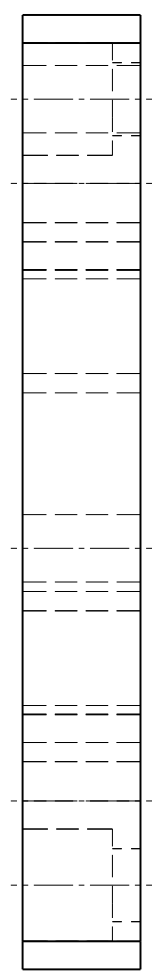
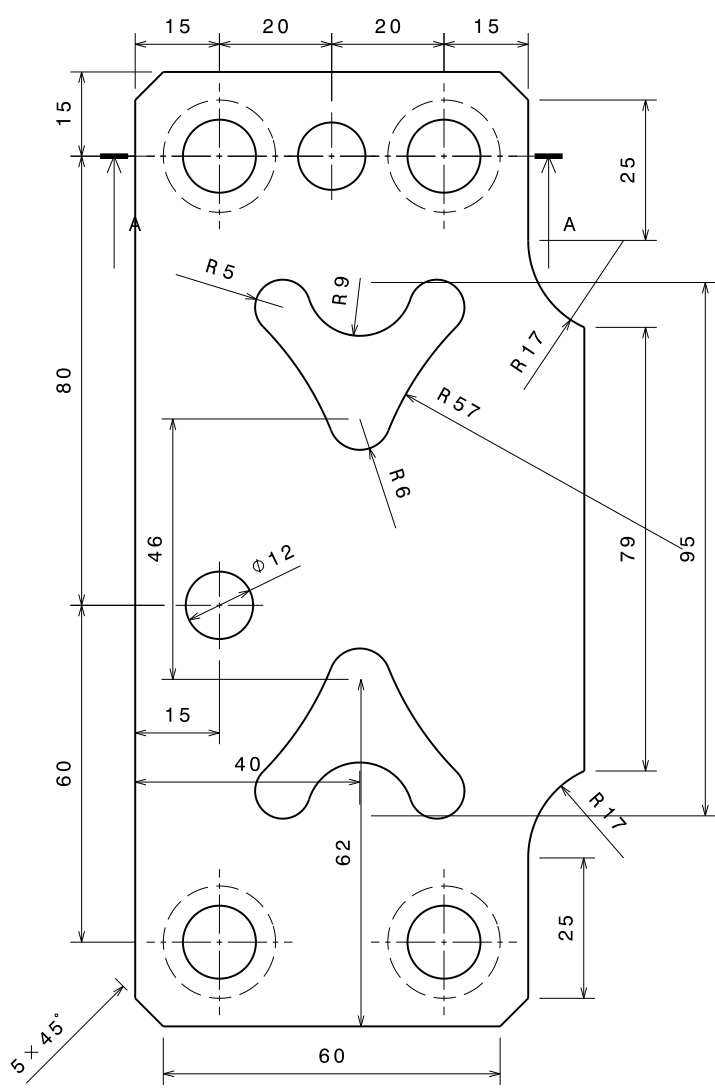
Referencia: 7.14

Sustituye a:

Sustituido por:



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

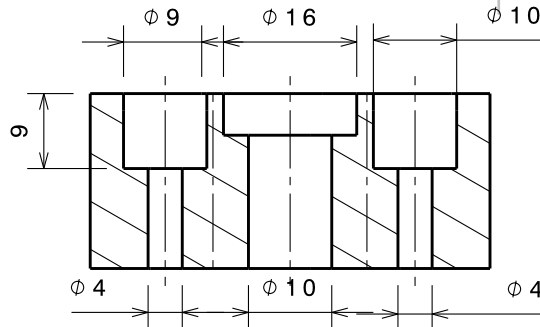


A	ESCALA 1:2	Supl_Pisador Troquel Progresivo de Estampación	Referencia: 7.14	A
	PROYECCIÓN		Sustituye a:	
			Sustituido por:	

4 3 2 1

F

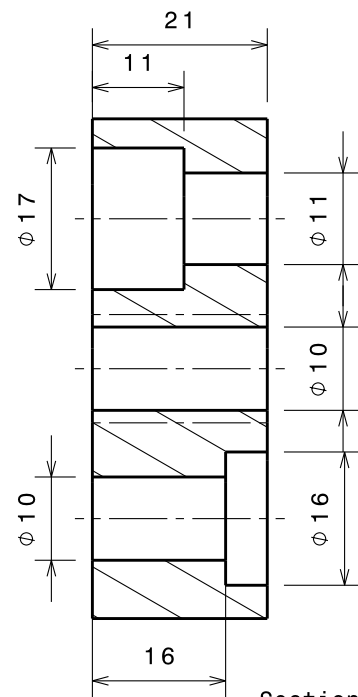
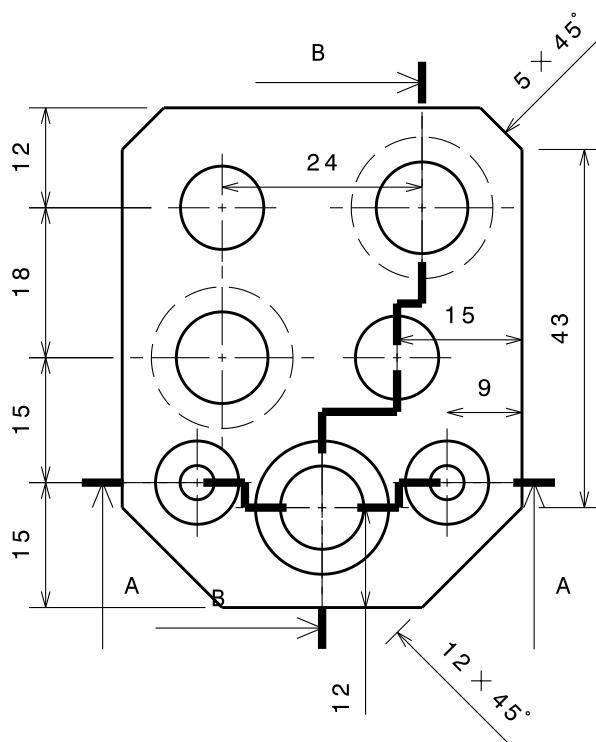
F



Section view A-A
Scale: 1:1

E

E



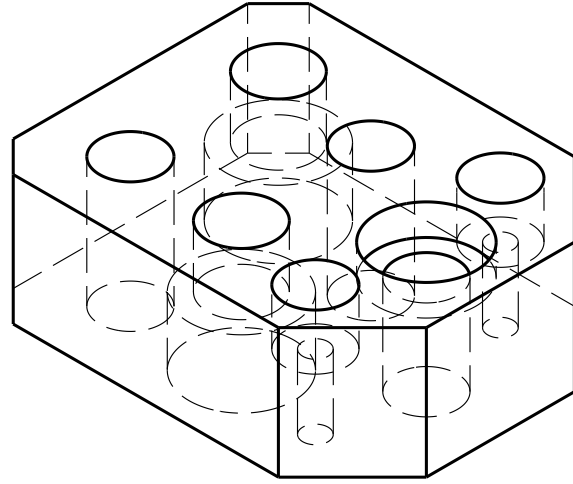
Section view B-B
Scale: 1:1

D

D

C

C



B

B

	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		

A

A

ESCALA
1:2

PROYECCIÓN



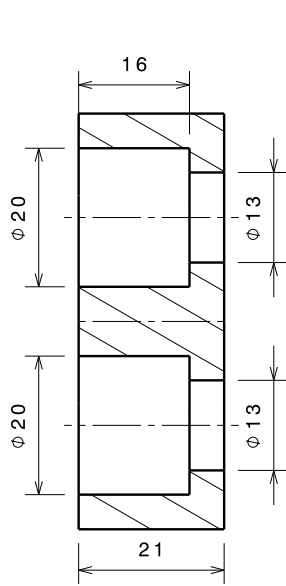
Supl_Pisador
Troquel Progresivo de
Estampación

Referencia: 7.15

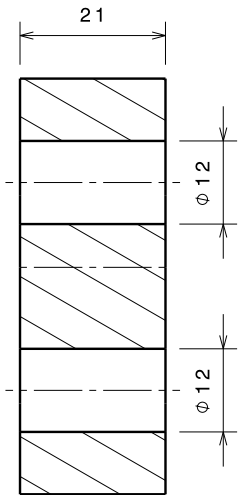
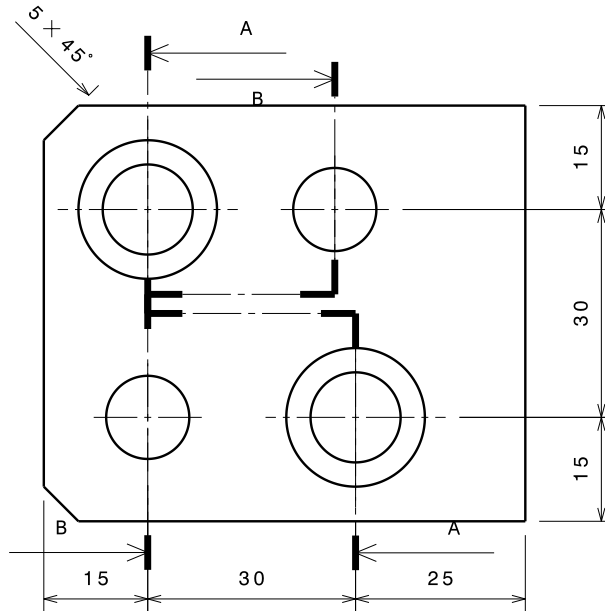
Sustituye a:

Sustituido por:

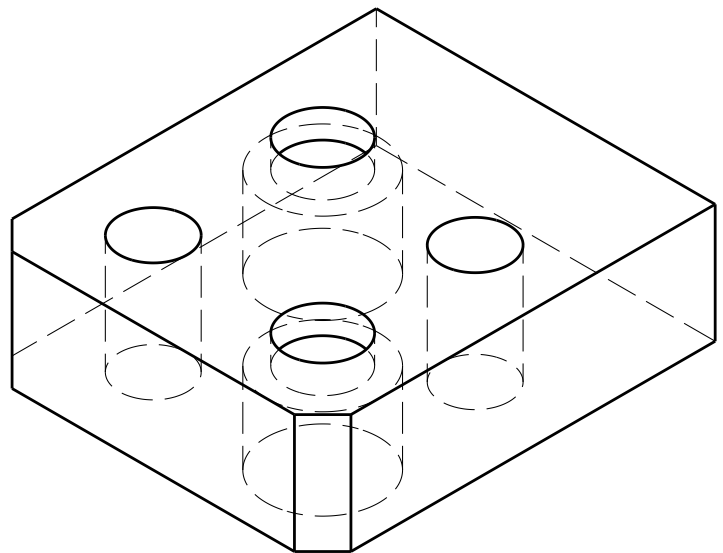
4 3 2 1



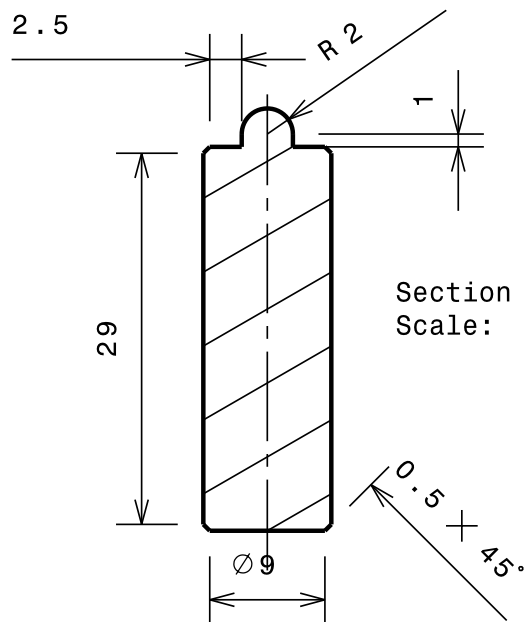
Section view A-A
Scale: 1:1



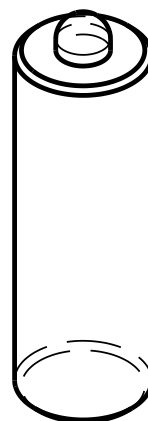
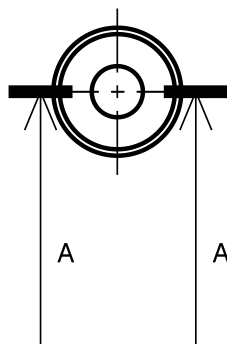
Section view B-B
Scale: 1:1



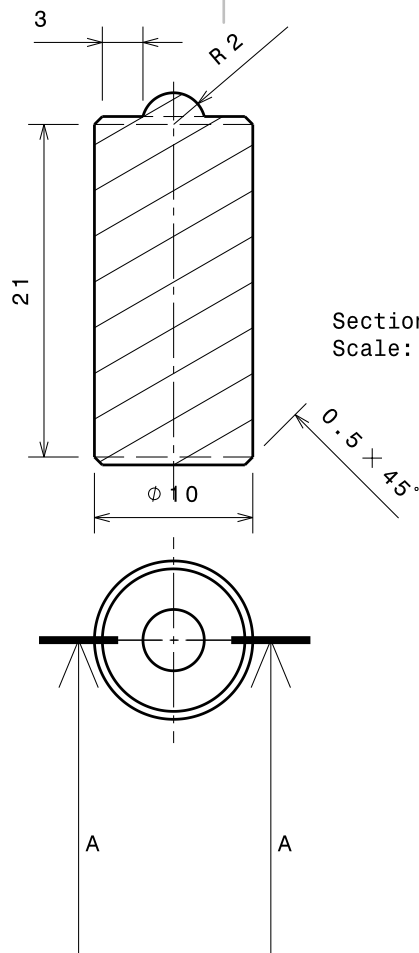
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz			
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Supl_Pisador Troquel Progresivo de Estampación				
PROYECCIÓN 				Referencia: 7.16	
				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



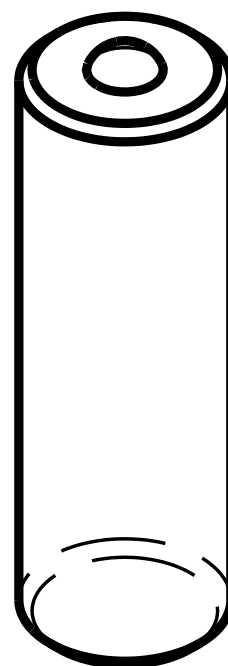
Section view A-A
Scale: 1:1



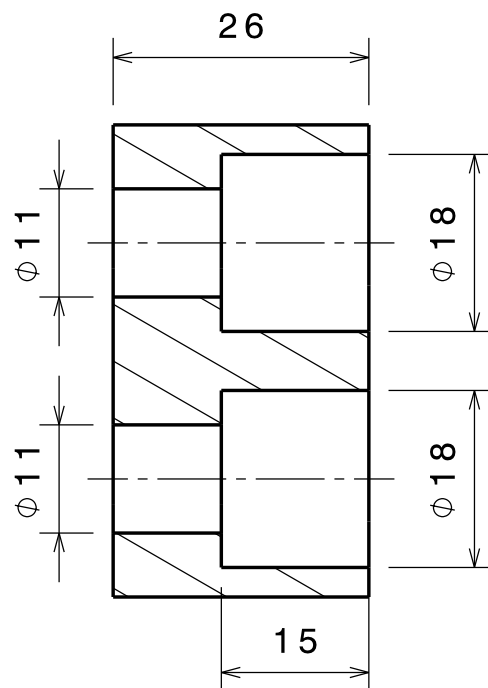
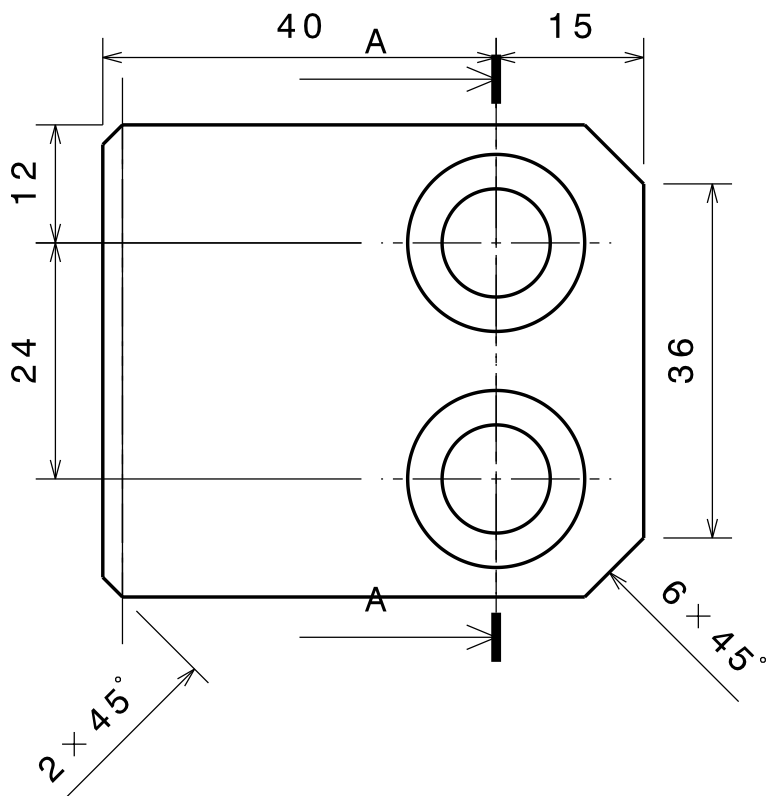
	FECHA	NOMBRE		ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm			
ESCALA 1:2	Expulsor Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 7.17	
PROYECCIÓN 				Sustituye a:	
				Sustituido por:	



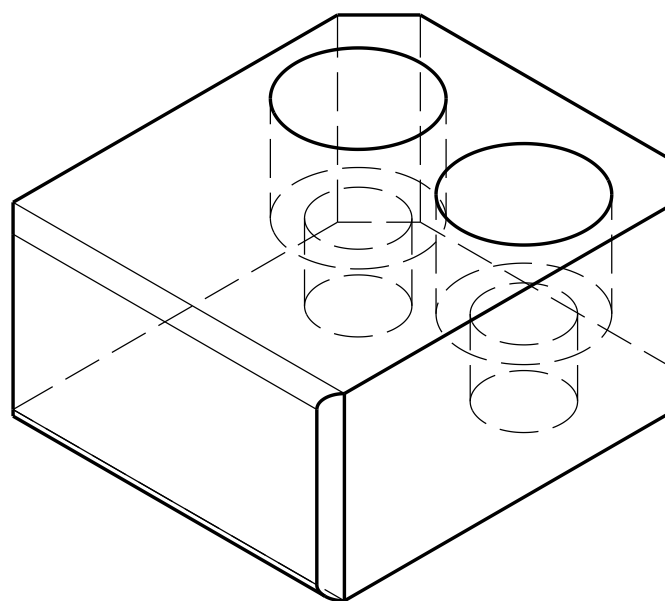
Section view A-A
Scale: 2:1



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:2	Expulsor Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 7.18
PROYECCIÓN 				Sustituye a:
				Sustituido por:



Section view A-A
Scale: 1:1



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	25/08/17	Omar Sáenz
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA



ESCALA
1:2

PROYECCIÓN

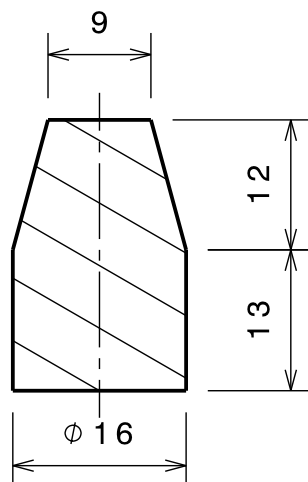


Reacción
Troquel Progresivo de
Estampación

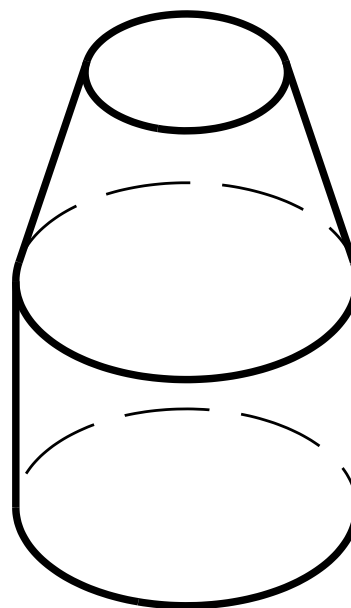
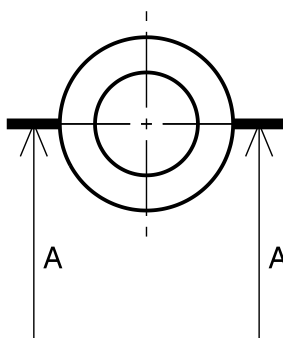
Referencia: 7.19

Sustituye a:

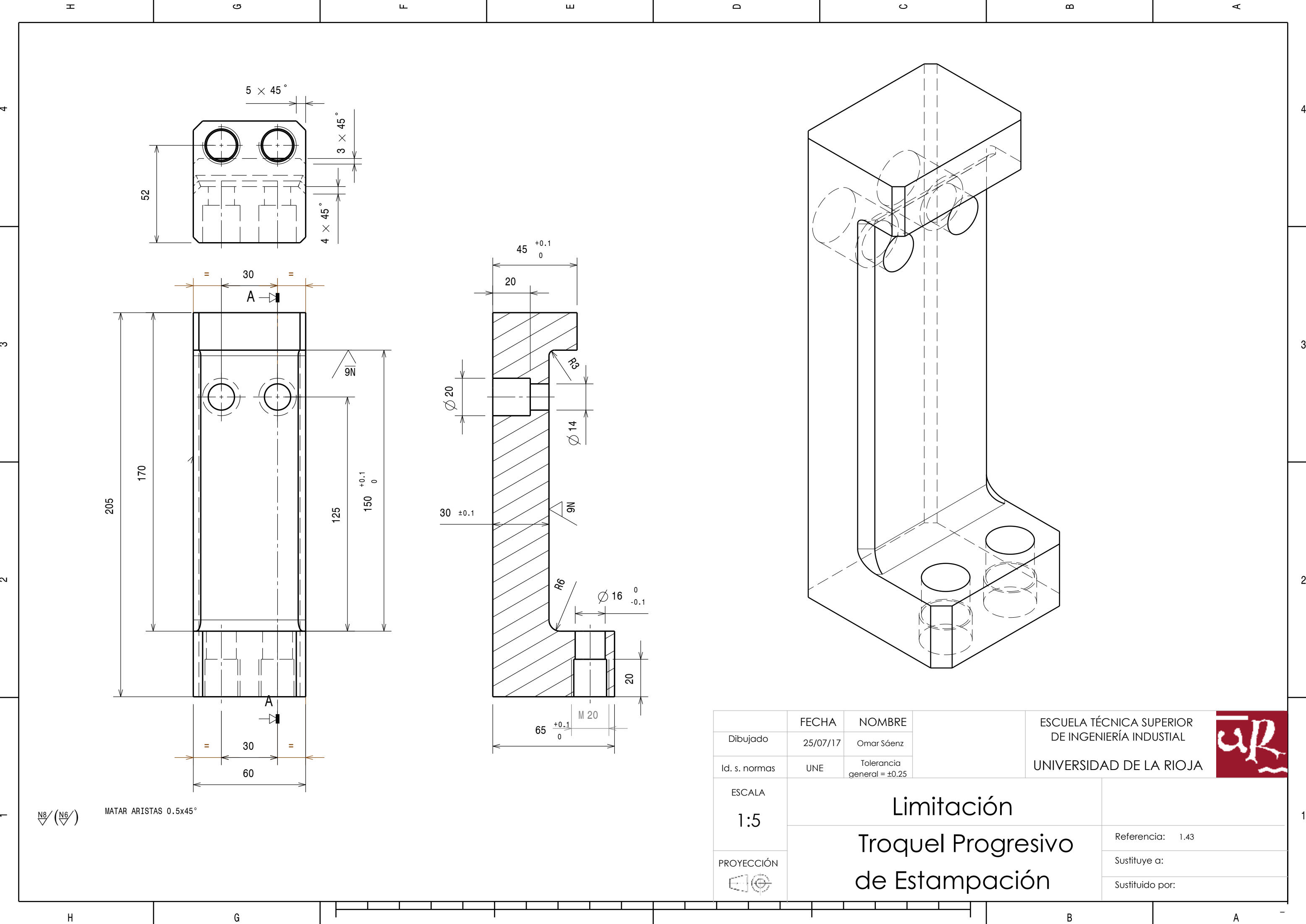
Sustituido por:



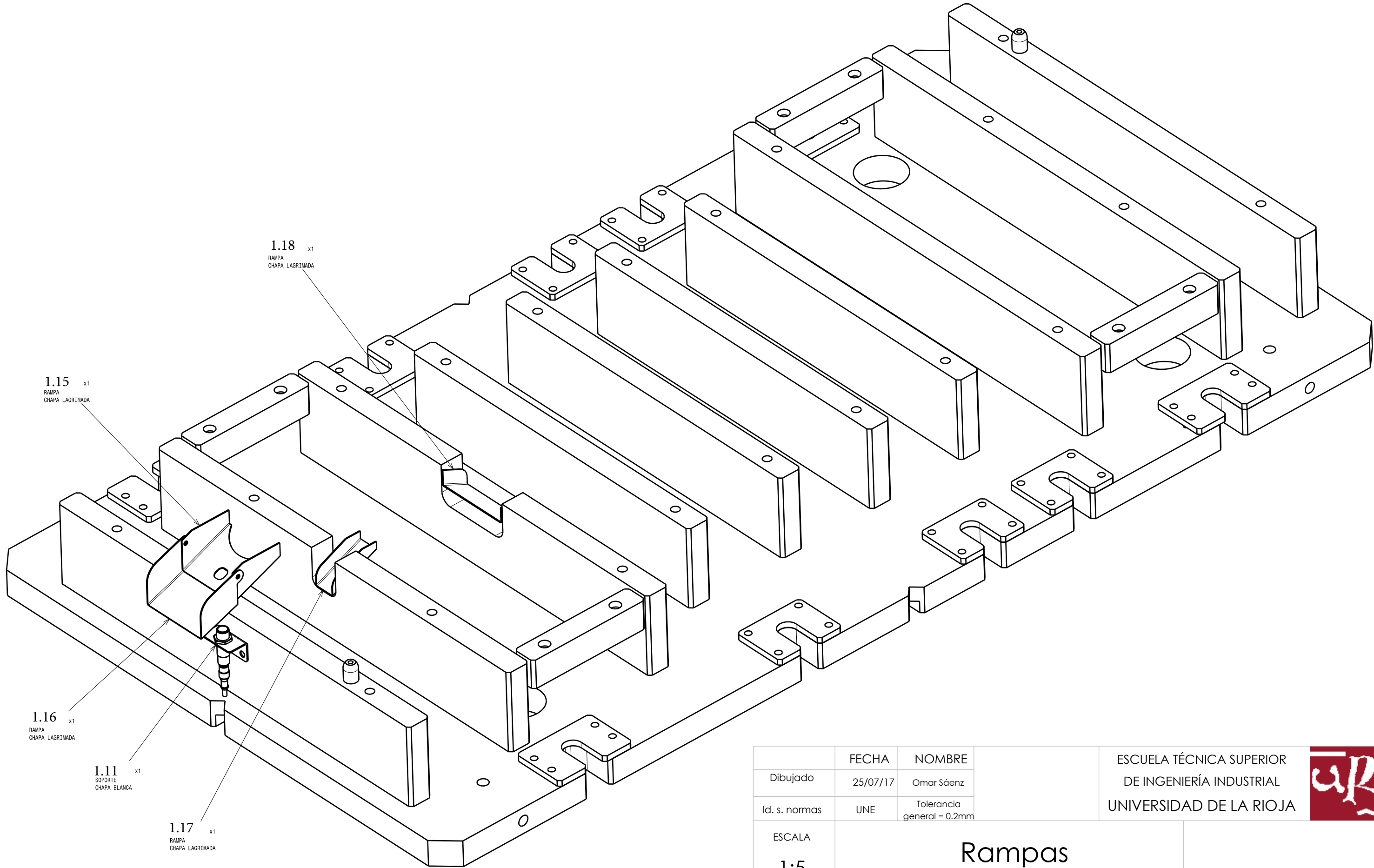
Section view A-A
Scale: 1:1



Dibujado	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
	25/08/17	Omar Sáenz		
	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
Id. s. normas				
ESCALA 1:2	Tope Amortiguación Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 7.21
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:

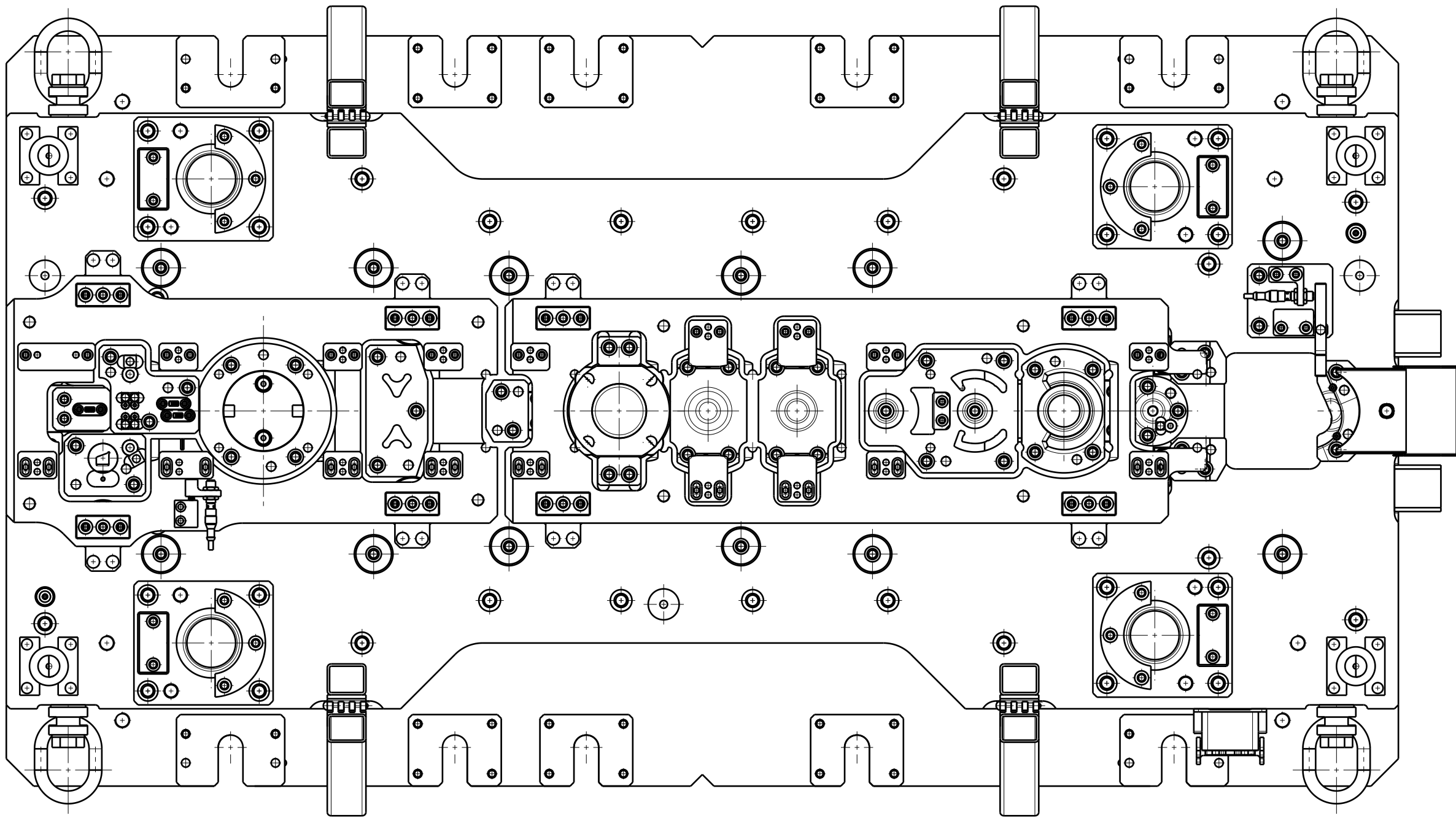


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = ±0.25		
ESCALA 1:5	Limitación Troquel Progresivo de Estampación			
PROYECCIÓN 				Referencia: 1.43
				Sustituye a:
				Sustituido por:

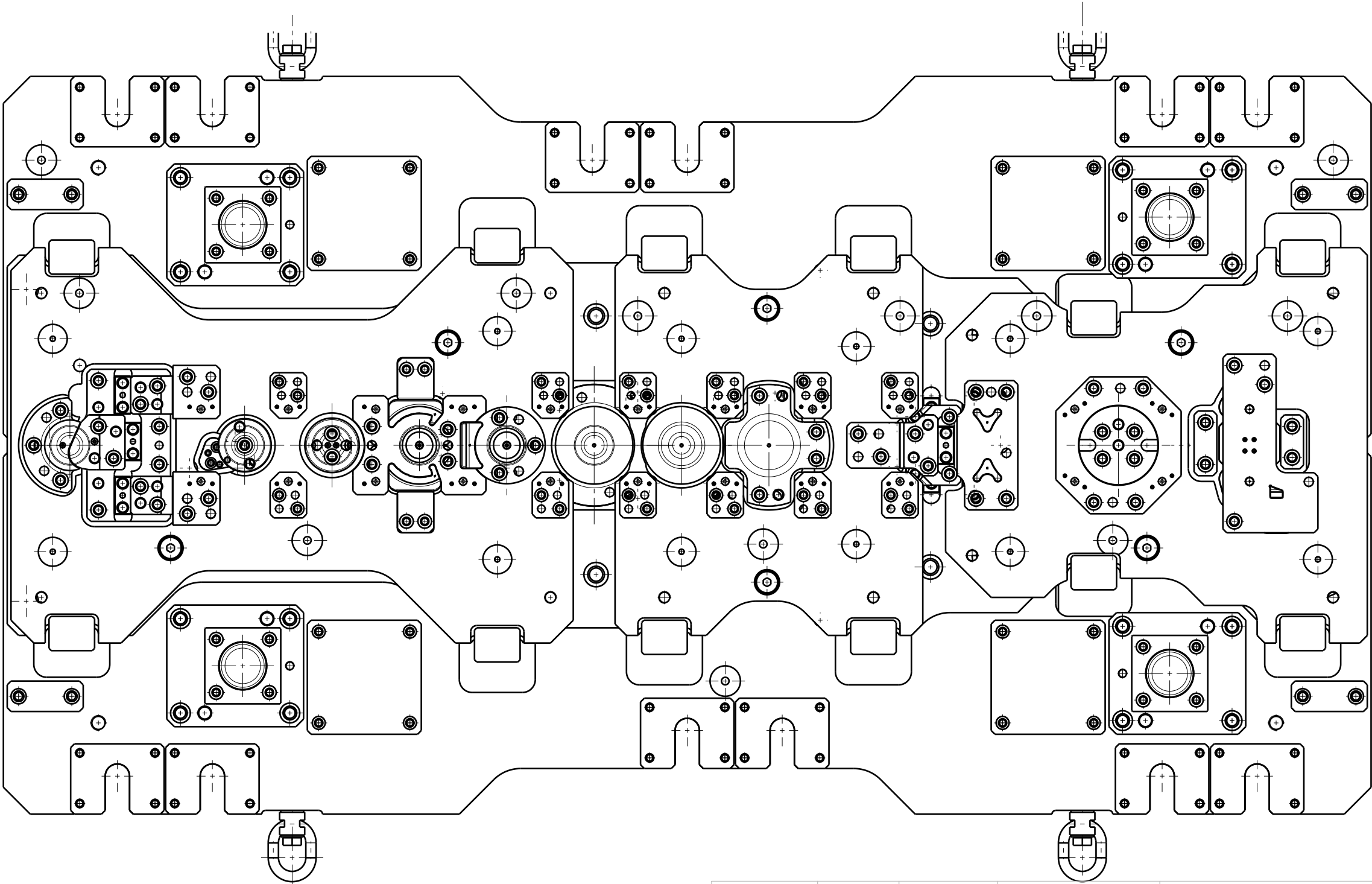


	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Rampas Troquel Progresivo de Estampación			
1:5				Referencia: 1.1.1
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:

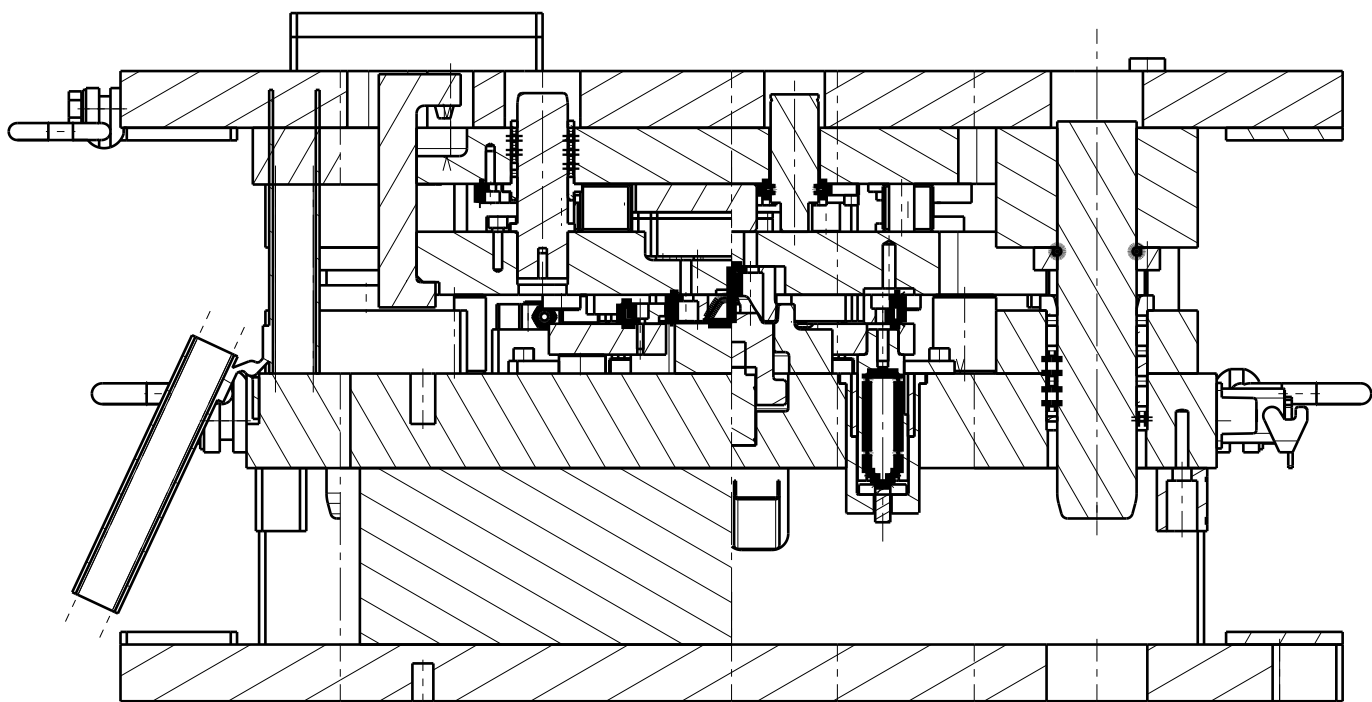
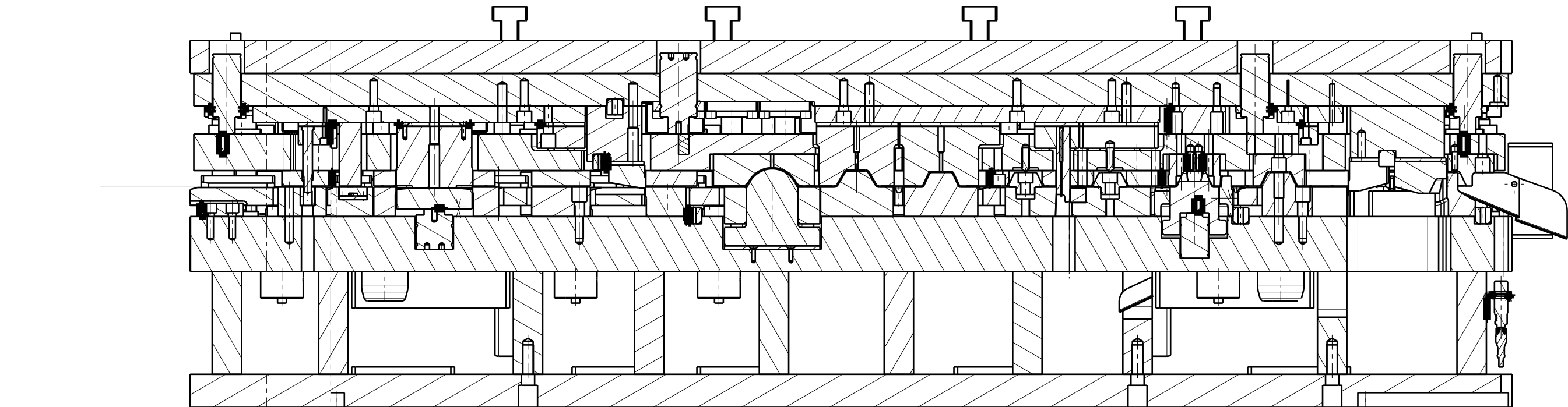




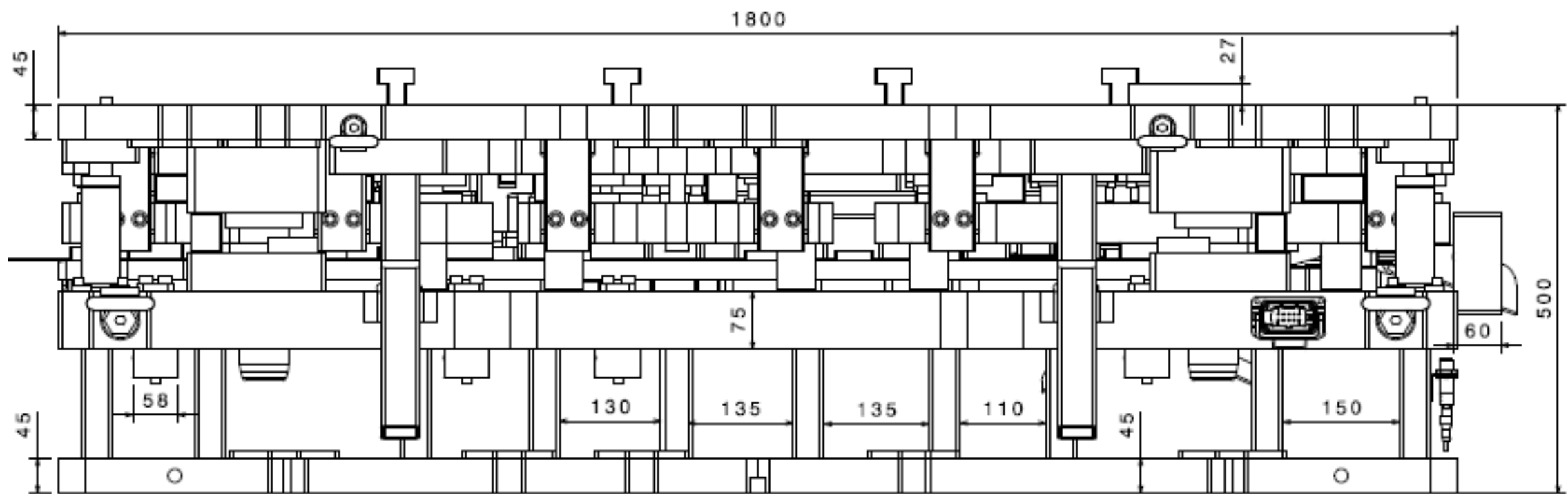
	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Planta_Inferior Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.1.2
1:1				Sustituye a:
PROYECCIÓN				Sustituido por:
				



Dibujado	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
	25/07/17	Omar Sáenz		
	Id. s. normas	UNE		
ESCALA	Planta_Superior Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.1.3
				Sustituye a:
PROYECCIÓN				Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA 1:5	Secciones Troquel Progresivo de Estampación			Referencia: 1.1.4
PROYECCIÓN 				Sustituye a:
				Sustituido por:



	FECHA	NOMBRE	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD DE LA RIOJA	
Dibujado	25/07/17	Omar Sáenz		
Id. s. normas	UNE	Tolerancia general = 0.2mm		
ESCALA	Troquel Abierto Troquel Progresivo de Estampación			
1:5				Referencia: 1.1.5
PROYECCIÓN				Sustituye a:
				Sustituido por:

PLIEGO DE CONDICIONES

**Troquel progresivo de estampación para
industria de automoción**

17040-803G

AUTOR: Omar Sáenz Magaña



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Firma el presente documento:

Omar Sáenz Magaña

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Logroño, 17 de julio de 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Objeto.....	6
2. Descripción del producto.....	6
2.1. Listado de materiales y elementos	6
3. Especificaciones técnicas de los materiales	9
3.1. Calidades mínimas a exigir	9
3.1.1. Acero F-114.....	9
3.1.2. Calibrado (acero F-111)	10
3.1.3. Acero 2379 ISO-B	11
3.1.4. Acero f-522	11
3.1.5. Adiprene.....	12
3.2. Tratamientos térmicos.....	12
3.2.1. Acero F-114.....	12
3.2.2. Acero F-111	13
3.2.3. Acero F-522.....	13
3.3. Defectos en el temple	15
3.4. Acabados superficiales.....	17
4. Compatibilidad y relación entre documentos	17
5. Condiciones facultativas.....	18
5.3. Obligaciones del proyectista	18
6. Condiciones económicas	19
6.1. Precio del contrato.....	19
6.2. Mediciones.....	19
6.3. Diferencias en el presupuesto	19
6.4. Valoraciones y precios.....	20
6.4.1. Valoraciones.....	20
6.4.2. Valor constructivo	20
6.4.3. Precios contradictorios	20
7. Gestión de la fabricación.....	21
7.3. Plazos de ejecución y entrega.....	21
7.4. Revisión definitiva.....	21
7.5. Plazo de garantía.....	21
7.6. Pruebas.....	22
8. Condiciones legales	22
9. Seguridad e higiene en el trabajo	22
9.3. Objeto	22
9.4. Normativa.....	23

9.5.	Riesgos	23
9.5.1.	Medidas de seguridad.....	23
9.5.2.	Protección de máquinas	23
9.5.3.	Protección de los operarios	24
10.	Aceptación de materiales	25
11.	Controles de fabricación.....	25
11.1.	Ajustes y tolerancias	26
11.2.	Procedimientos de prueba para la embutición.....	26
11.3.	Lubricación de la chapa.....	27
11.4.	Puesta a punto del troquel	28
11.5.	Defectos por la baja calidad de la chapa	29
11.6.	Líneas de fluencia	30
11.8.	Diferencias de espesor en la chapa	31
11.9.	Desgarros producidos debajo de la brida de la chapa	31
12.	Especificaciones de ejecución.....	31
12.1.	Mecanizado de las piezas.....	31
12.2.	Ensamblaje de los elementos.....	32
13.	Mantenimiento general	32
13.1.	Mantenimiento preventivo	33
13.1.1.	Revisión de punzones	34
13.1.2.	Revisión de la placa matriz	35
13.1.3.	Revisión de la placa pisadora.....	35
13.1.4.	Revisión de la placa base inferior	35
13.1.5.	Revisión de muelles	35
13.1.6.	Revisión de elementos guía.....	36
13.2.	Mantenimiento correctivo	36

1. Objeto

El presente Pliego de Condiciones tiene como finalidad establecer las condiciones técnicas bajo las que se llevará a cabo el diseño del troquel progresivo de estampación descrito en este proyecto. Del cumplimiento de las condiciones que aquí se establecen dependerá la calidad final del producto, el cual, siendo una herramienta expresamente diseñada para la fabricación de piezas de automoción, puede tener efectos económicos desfavorables para la empresa e incluso efectos directos sobre la salud de los operarios que manejen dicha matriz.

La Memoria describe en profundidad las fases que se han seguido en el proceso de diseño hasta obtener el modelo que cumple con los requisitos establecidos y el resultado final. En el presente, se presentan las exigencias atendiendo a la calidad de los materiales necesarios en la fabricación, así como los propios métodos de fabricación requeridos para la obtención del producto final.

2. Descripción del producto

El presente proyecto desarrolla el diseño de un troquel progresivo necesario para fabricar una pieza requerida en el sector de la automoción.

Sin entrar en los detalles del proceso productivo de la pieza, ya descritos en los Anexos, la lista de materiales empleados en la fabricación del troquel diseñado es la siguiente.

2.1. Listado de materiales y elementos

ACERO 1.2379

Pieza	Unidades	Peso (kg)	Tiempo(min)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Cuchillas inferiores	7	145,231	1320,85
Macho Doblado	4	98,245	652,47
Cala	2	13,789	25,38
Fondo Móvil	1	7,013	63,78
Pisador	1	67,896	423,87
Centradores	2	1,237	42,89
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Tope Paso	1	4,789	34,25
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			

Matriz Doblado	2	78,423	78,96
Macho	9	125,792	62,23
Contrasellos	2	23,742	123,78
PISADORES			
Suplemento pisador	2	17,325	623,78
Total	33	583,482	3452,24

ACERO 1.0401

Pieza	Unidades	Peso (kg)	Tiempo(min)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	4	147,652	457,69
Portasello	2	11,365	123,47
Soporte	1	4,369	93,78
Soporte sensor	1	2,354	147,25
Tope	2	1,987	32,45
Soporte balancín		4,235	9,78
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Porta muelle	1	1,365	36,96
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento seguridad	4	33,458	63,78
Suplemento base	4	115,785	195,65
Total	19	322,57	1160,81

Acero 1.0503

Pieza	Unidades	Peso (kg)	Tiempo(min)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Guía	2	54,851	78,96
Distanciadores	12	190,781	175,32
Cazoletas	8	96,741	45,87
Calas	8	54,365	63,47
Portamatrices	3	223,458	654,24
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Distanciadores	8	93,412	135,78
Guía banda	18	78,235	147,36
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Portamacho	4	93,651	78,36
Suplemento base	4	123,478	96,23
PISADORES			
Limitación	12	230,782	460,78
Total	79	1239,754	1936,37

Acero ST-37

Pieza	Unidades	Peso (kg)	Tiempo(min)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Suplemento casquillos	4	45,789	71,23
Paralelas	13	425,365	360,78
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Parrillas	2	360,478	48,78
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	6	478,365	190,78
Base Superior	1	785,412	750,15
Suplemento columnas	4	178,321	210,45
PISADORES			
Pisadores	3	625,374	451,23
Total	33	2899,104	2083,4

Acero C15

Pieza	Unidades	Peso (kg)	Tiempo(min)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Bridas	8	45,785	36,25
Balancín	1	36,214	78,26
Suplementos	6	231,458	125,78
Suplemento base	4	123,896	234,89
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	1	23,478	178,36
Suplementos	12	187,963	365,47
Cala	6	17,841	56,78
Total	38	666,635	1075,79

Chapa lagrimada

Pieza	Unidades	Peso (kg)
BASE INFERIOR MECANIZADOS		
Rampas	4	46,235
Total	4	46,235

Acero C45

Pieza	Unidades	Peso (kg)
BASE INFERIOR MECANIZADOS		
Bridas	8	78,145
Total	8	78,145

Acero C75

Pieza	Unidades	Peso (kg)
BASE SUPERIOR MECANIZADOS		
Sufridera	5	98,324
Total	5	98,324

ACERO 1.2842

PISADORES	Unidades	Peso (kg)
Suplemento pisador	22	178,654
Total	22	178,654

3. Especificaciones técnicas de los materiales

En este apartado se recogen las especificaciones técnicas o normas que deben cumplir los materiales y elementos para la correcta fabricación y funcionamiento del troquel progresivo, así como los ensayos que se deben realizar para comprobar su validez.

3.1. Calidades mínimas a exigir

3.1.1. Acero F-114

Se puede emplear en las piezas templadas por inducción que requieren durezas superficiales de 55 HRC. En cuanto a sus características ante la soldadura se recomienda precalentar entre 200°C - 250°C y dejar enfriar lentamente. Electrodo básico o hilo CO₂. Para su mecanización precisa de tratamiento de recocido o estabilizado posterior al oxicorte para eliminar la dureza superficial resultante. Su plegado se considera deficiente. Se puede mejorar la conformación aplicando recocido de ablandamiento y se recomienda conformar siempre en caliente. Se trata de un material de buena resistencia, con mayor % de carbono y buen comportamiento a la fricción. Se consigue alta tenacidad mediante temple y revenido por lo que se aumenta su límite elástico.

COMPOSICIÓN QUÍMICA %	C	Mn	Si	P	S	Carb. Equiv.
F-114	0.40-0.50	0.50-0.80	0.15-0.40	<0.035	<0.035	0.55

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	R. Kg/mm ²	E. Kg/mm ²	A %	Dureza Brinell
	60/75	33	17	175-220

EQUIVALENCIAS APROXIMADAS	IHA	CENIM	DIN	SAE/AISI I	BS	UNI
	F-114	F-1140/C45 K	CK45	1045	EN8	C-45

TRATAMIENTOS TÉRMICOS	Tratamiento	Temperatura	Enfriamiento
	Recocido de ablandamiento	670 °C - 710 °C	Aire
	Recocido globular	710 °C / 6 horas ó 670 °C / 8 horas	10 °C / hora hasta 650 °C
	Normalizado	840 °C - 870 °C	Aire
	Temple	830 °C - 850 °C 840 °C - 860 °C	Agua Aceite
	Revenido	500 °C - 650 °C	Aire
PARA MECANIZAR FACILMENTE TRATAMIENTO DE ESTABILIZADO- RECOCIDO.			

3.1.2. Calibrado (acero F-111)

Admite muy bien la soldadura y la embutición. Es un acero extra suave. Su contenido en carbono debe estar comprendido entre 0,10 y 0,20%. Su resistencia, normalizada, oscila entre 38Kg/mm² y 48 Kg/mm², su alargamiento entre 28 y 23% y su dureza entre 110 y 135 HB. Otras aplicaciones son la fabricación de piezas soldadas o que deban poseer poca resistencia y buena tenacidad, como tornillos, clavos, herrajes

COMPOSICIÓN QUÍMICA %	C	Mn	Si	P	S
F-111	0.10-0.20	0.30-0.50	0.15-0.30	<0.04	<0.04
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	R. Kg/mm ²	E. Kg/mm ²	A %	Dureza Brinell	
	38-48	25-30	28-23 □	110-135	
TRATAMIENTOS TÉRMICOS	Tratamiento	Temperatura	Enfriamiento		
	Normalizado	900°C - 940°C	Aire		

3.1.3. Acero 2379 ISO-B

Acero de alto rendimiento, muy resistente al desgaste, escasas deformaciones en el temple y excelente tenacidad por un tratamiento térmico especial. Recocido a 255 HB, < 860 N/mm², máx. Utilizado en todas las piezas que están sometidas a altos esfuerzos y desgastes. Herramientas de corte, punzonado. Matrices sujetas a altas exigencias, insertos para matrices sujetas a sollicitaciones abrasivas. sometido a un tratamiento térmico se queda con una dureza superficial de 58-60 HRC.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
Composicion normal	1.55	0.20	0.30	0.030	0.005	12.0	0.80	1.00
Composición química	1.45–1.60	0.10–0.60	0.20–0.60	≤ 0.030	≤ 0.030	11.0–13.0	0.70–1.00	0.70–1.00

	20–100 °C	20–250 °C	20–500 °C
Coeficiente térmico(10 ⁻⁶ /K)	9.0	12.0	13.0
Conductividad térmica (W/mK)	20 °C 20.0	250 °C 21.0	500 °C 22.0
Módulo de Young (GPa)	20 °C 215	250 °C 196	500 °C 180

3.1.4. Acero f-522

Las propiedades características de este tipo de acero son:

- Dureza elevada
- Gran resistencia al desgaste
- Buena tenacidad
- Maquinabilidad adecuada
- Resistencia adecuada contra presión impacto
- Reducida variación dimensional en el tratamiento térmico

Es empleado en trabajos de embutición (regido por la norma UNE 36072). Se trata de un acero indeformable aleado para herramientas y aleado con Cr y Mn (posee entre 1 y 1.9 de C). Son los más indeformables y resistentes al desgaste

3.1.5. Adiprene

Los poliuretanos son polímeros, que son cadenas de estructuras tridimensionales formadas por eslabones repetidos denominados monómeros. Estos monómeros están compuestos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Para formar las cadenas, dichos eslabones se «polimerizan», es decir, se unen unos a otros.

Tiene un comportamiento elástico como el caucho. Muy buenos valores de resistencia mecánica.

Muy buena resistencia al aplastamiento. Buena resistencia al desgarre. Alto poder de recuperación.

Tipo de acero	Denominación	% C	% Ma	% Si	% P	% S	% Cr	% W	% V
F-522	Acero indeformable al Cr-Mn	0,9-1	1-1,2	0,15-0,3	<0,03	<0,03	0,4-0,6	0,5	Opcional

Diferentes grados de durezas (70 a 95 Shore A). Regular rendimiento en aplicaciones como piezas móviles. Un plástico técnico de propiedades similares al caucho. De muy alto rendimiento en la construcción de piezas para máquinas. No es atacado por aceites, gasolina y algunos ácidos. Es utilizado en el tope de almacenaje para que el apoyo del tope de cierre sea suave.

3.2. Tratamientos térmicos

3.2.1. Acero F-114

Se normaliza previamente a su mecanización, a una temperatura de entre 840°C a 870°C y enfriamiento al aire. La temperatura de recocido contra la acritud es de entre 670°C y 710°C. El temple se realiza entre 840°C y 850°C y con ello adquiere la dureza que necesita. EL enfriamiento se realiza mediante agua o aceite.

Para mecanizar fácilmente, tratamiento de estabilizado-recocido.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS		
TRATAMIENTO	TEMPERATURA	ENFRIAMIENTO
Recocido de ablandamiento	670°C-710°C	Aire
Recocido globular	710°C/6 horas 670°C/8 horas	10°C/ hora hasta 640°C
Normalizado	840°C-870°C	Aire
Temple	830°C-850°C 840°C-860°C	Agua Aceite
Revenido	500°C-650°C	Aire

3.2.2. Acero F-111

Los tratamientos térmicos a los que se van a someter los elementos, se realizan previamente a su mecanización. El normalizado se realiza a una temperatura de entre 900°C y 940°C. Para uniformizar y afinar su estructura se deja reposar y enfriar al aire.

No adquiere dureza sensible en el temple debido a que su contenido en Carbono es muy bajo y no se necesita someterlo a ningún tratamiento de recocido para ablandamiento previo para su mecanizado. Se mecaniza más fácilmente después de estirado a trabajado en frío, elevando su dureza a unos 150 Brinell.

TRATAMIENTOS TÉRMICOS	Tratamiento	Temperatura	Enfriamiento
	Normalizado	900°C - 940°C	Aire

3.2.3. Acero F-522

El templado suele realizarse a una temperatura de entre 770°C a 810°C. Para mecanizarlo deberá estar recocido. Los elementos desarrollados con este material se usan como elementos dedicados a la embutición de la chapa. El

tratamiento que se le realiza es para evitar la soldadura en frío y de esta forma evitar que aparezcan incrustaciones de material. Es uno de los problemas más comunes que aparecen en las aristas de las matrices de embutición. Provocan un acortamiento de la duración de vida de la herramienta y un deterioro superficial en la pieza a embutir.

Para evitar este inconveniente se deposita carburo de titanio sobre la superficie de la matriz; este produce una capa de separación no metálica, de elevada dureza propia y gran resistencia al desgaste, que consigue un efecto de aislamiento entre el acero de la herramienta y el material de la pieza, dando lugar a que la matriz de embutición pueda multiplicar la cantidad de piezas producidas sin que aparezca el fenómeno de la soldadura en frío en las mismas. Este procedimiento además de dar como resultado un aumento en el número de piezas en matrices de calibrado, es adecuado también para las operaciones de estirado, rebordeado y pulido en prensa, así como para los punzones de perforar, pero en cambio, no lo es para las herramientas de prensado por fluencia. El recubrimiento se deposita mediante un tratamiento de cuatro horas en un crisol de reacción cerrado y a una temperatura de unos 1000°, seguido por un templado a partir de enfriamiento brusco en baño de aceite.

3.3. Defectos en el temple

A continuación, se da solución a cada tipo de defecto en caso de que apareciesen defectos en el temple:

Defecto	Origen del accidente	Casos	Solución
Fragilidad exagerada (poca tenacidad)	Sobrecalentamiento	Cuando la temperatura de calentamiento ha sido bastante superior a la que corresponde al acero, queda el material sobrecalentado con un grano muy basto y la herramienta frágil.	Si el sobrecalentamiento no ha sido exagerado, basta templar otra vez la herramienta, a su temperatura correspondiente. Si el calentamiento ha sido bastante fuerte habrá que recocer el material y, si es posible, será mejor forjarlo, recocerlo y templarlo de nuevo.
Fragilidad exagerada, (poca tenacidad)	Quemado	Si la temperatura alcanzada en el calentamiento es muy superior a la crítica, el acero se quema y queda muy frágil.	No se puede regenerar el material y la herramienta ha quedado inutilizada.
	Calentamiento muy prolongado	Si la herramienta ha sufrido un calentamiento muy prolongado a temperatura superior a la prescrita, aumenta, el tamaño del grano del acero, por lo cual queda el material frágil.	Siganse las instrucciones señaladas para el sobrecalentamiento y tener siempre en cuenta que el tiempo de permanencia a temperatura alta debe ser sólo el suficiente para que el centro de la pieza adquiera la temperatura de temple.
	Calentamiento demasiado rápido e irregular	La herramienta se ha templado en un líquido que proporciona un enfriamiento mis enérgico del que corresponde a la clase de acero empleado.	Revenir muy fuertemente o, mejor aún, recocer la pieza y templarla, empleando el líquido temple apropiado.
Aparición de grietas o roturas en la herramienta.	Calentamiento irregular y brusco	Si durante el calentamiento hay zocos de la herramienta con temperaturas muy diferentes, se crean tensiones muy peligrosas, que dan lugar a grietas o roturas espontáneas.	Calentar las herramientas lenta, regular y progresivamente, hasta que el núcleo central llegue a la temperatura de temple, y luego enfriar rápidamente.
	Fabricación defectuosa de la herramienta	Al proyectar una herramienta hay que evitar, en lo posible, ángulos agudos y aristas muy vivas. Después de terminadas no deben presentar rayas ni otras irregularidades.	Procurar que las herramientas presenten aristas redondeadas y las superficies sin rayas ni resaltes bruscos.
	Equivocada selección del acero		Emplear aceros indeformables al temple.

Dureza insuficiente	Por no alcanzar la temperatura suficiente	La herramienta se ha calentado a una temperatura inferior a la crítica, y a pesar de ser enfriada rápidamente no alcanza la dureza que le corresponde: no temple.	Volver a calentar la herramienta a temperatura más alta, la cual debe ser la recomendada, para el acero elegido. Si operando en esta, forma, la herramienta no temple, comprobar el funcionamiento del pirómetro
	Por haber efectuado no calentamiento cono	La superficie de la herramienta ha alcanzado la temperatura de temple, pero el interior habrá quedado a temperatura inferior, por lo cual no se efectúa correctamente el tratamiento.	Volver a templar la herramienta, dejando que permanezca en el horno el tiempo suficiente para que penetre el calor hasta el interior de la pieza.
	Pérdida de temperatura	Una maniobra de temple muy lenta, por estar demasiado lejos el baño líquido del horno a otro entorpecimiento, ha enfriado la pieza, que en el momento de entrar en el baño no tenía la temperatura conveniente.	Volver a calentar la herramienta, procurando llevarla lo más rápidamente posible del horno al baño de enfriamiento.
	Descarburación superficial	Durante el calentamiento, la superficie de la pieza se ha descarburado. Una capa exterior queda con una composición que no admite el temple. La descarburación también puede provenir de la barra de acero en bruto a la que no se ha eliminado la capa superficial.	Eliminar la capa descarburada con la piedra de esmeril. Si la herramienta es complicada y la descarburación profunda, recocer la pieza, eliminar la capa superficial y volver a templar, evitando atmósferas descarburantes.
	Oxidación superficial.	Una atmósfera oxidante en el horno recubre la superficie de las herramientas de una capa de cascarilla que impide el enfriamiento rápido de la superficie de la pieza.	Volver a templar la herramienta, evitando atmósferas oxidantes. Si al salir del horno tiene algo de cascarilla, quitarla antes de introducir en el baño. Un trozo de carbón vegetal en el horno disminuye la acción oxidante de la atmósfera.
	Recubrimiento superficial	Cuando el calentamiento se efectúa en el baño de sales, algunas veces queda un resto de sal adherido a la superficie, lo cual impide un enfriamiento rápido en ese lugar, que queda más blando que el resto de la pieza.	Volver a templar la herramienta, procurando que salga bien limpia del baño, y si es necesario quitarle las sales adheridas antes de introducirla en el líquido de temple.

3.4. Acabados superficiales

Todas las piezas llevarán especificada la terminación de sus superficies en los dibujos de taller con arreglo a las normas ISO y UNE.

Los acabados serán de tres tipos:

- Fino (N1, N2, N3, N4)
- Entrefino (N5, N6, N7, N8)
- Basto (N9, N10, N11, N12)

Por regla general el acabado fino se requerirá en superficies que estén en contacto deslizante. El entrefino, en superficies de contacto fijo. Y el basto, en superficies de asiento o las que se unen por material plástico.

4. Compatibilidad y relación entre documentos

En caso de incompatibilidad entre los Planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo escrito en este último. Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser considerado de tal manera como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento y figure en el Presupuesto.

Las obras que abarca este Pliego de Condiciones, formas, dimensiones y demás detalles operativos se encuentran definidos en los Planos, quedando prescritas en el presente la forma en que habrán de desarrollarse los trabajos, las características exigidas a los materiales que se utilicen y la forma de abonar lo ejecutado.

5. Condiciones facultativas

5.3. Obligaciones del proyectista

Serán de obligada observación por el fabricante del troquel, el cual deberá hacer constar que las ha leído, conoce y que se compromete a ejecutar la máquina con estricta sujeción a las mismas.

Para la mecanización y fabricación de las piezas que forman el troquel, así como para el montaje, el fabricante deberá tener la maquinaria y el personal proporcionado a la extensión de los trabajos y tipología de clases que éstos estén ejecutando. Todos los trabajos de fabricación y montaje han de realizarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo de manera armónica con los demás, procurando facilitar la marcha de los mismos en ventaja de una buena ejecución y rapidez de la construcción ajustándose a la planificación económica prevista.

Las precauciones a adoptar durante el montaje serán previstas según la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo aprobada por Orden Ministerial de fecha 9/03/71.

El constructor del proyecto será el único responsable del mal ajuste de la máquina, así como de partes defectuosas, materiales y piezas comerciales, siendo su reparación enteramente de su cuenta y riesgo.

Las especificaciones no descritas en el presente Pliego, en relación al Proyecto y que figuren en el resto de la documentación que completa al mismo: Memoria, Planos, Mediciones, presupuesto deben considerarse como datos a tener en cuenta en la formulación de la oferta a la empresa de fabricación de troqueles.

6. Condiciones económicas

6.1. Precio del contrato

A efectos de aplicación del presente Pliego, se entiende, que el precio del Contrato es el que resulta de aplicar al Presupuesto de Ejecución Material, el incremento de los porcentajes de Gastos Generales y Beneficio Industrial que hayan sido pactados entre el cliente y el fabricante.

6.2. Mediciones

La medición del conjunto de unidades de elementos que constituyen este proyecto se verificará aplicando a cada unidad de fabricación, la unidad de medición que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa o unidades, es decir, se medirá exclusivamente en el tipo de unidades, lineales, de superficie, de volumen o de peso, que en cada caso se especifiquen en el Cuadro de Precios Número.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de fabricación necesarias, de forma que el fabricante no tendrá derecho a reclamación de ninguna especie si se produjesen diferencias entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el presente proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diferentes unidades que figuren en los estados de valoración.

6.3. Diferencias en el presupuesto

Cualquier reclamación que estime necesaria hacer el fabricante deberá realizarse antes de la firma del contrato entre el constructor y el cliente, ya que el fabricante debe haber realizado un estudio de los documentos que componen este proyecto y por tanto es conocedor de las posibles erratas que pudiese contener el Presupuesto y el estado de Mediciones.

6.4. Valoraciones y precios

6.4.1. Valoraciones

Las valoraciones de las unidades de fabricación, se efectuarán multiplicando el número de estas por el precio asignado a las mismas, en el Presupuesto (para las piezas comerciales). En caso de las piezas no comerciales, la valoración se realiza multiplicando las unidades por el precio del material del que están compuestos más el valor constructivo. En los precios unitarios se consideran incluidos los gastos de transporte de materiales, carga, descarga y roturas, así como todo tipo de impuestos fiscales que pudiese entrañar.

6.4.2. Valor constructivo

En el valor constructivo van a estar incluidos los gastos del transporte de materiales, carga y descarga, maquinaria y energía necesaria, mano de obra indirecta, gastos de financiación, gastos indirectos, indemnizaciones, así como impuestos fiscales que graven por el Estado, así como toda clase de cargas sociales.

Serán por cuenta del fabricante honorarios, tasas y demás gravámenes que se originasen en caso de inspecciones y comprobación de las instalaciones

Esta fabricación no queda sujeta a revisión periódica de precios, salvo que se haya pactado contractualmente entre el cliente y el fabricante.

6.4.3. Precios contradictorios

Si fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre el cliente y el fabricante, estos deberán discutirse y aceptarse entre las partes, previamente a su ejecución, siguiendo el procedimiento que se muestra a continuación:

- Los precios unitarios que comprendan el nuevo precio contradictorio, serán de igual importe que los que contenga el proyecto, en la descomposición de precios o en los cuadros de precios unitarios. En caso de que no existiera cuadro de precios descompuesto o algún precio unitario no figurara en dichos cuadros, se fijará su importe con arreglo al

que se rija en el mercado en ese momento, siempre que sea dentro del plazo de ejecución del troquel

- El fabricante podrá estudiar los tiempos estimados para la fabricación de las piezas y montaje de los componentes. Tendrá un plazo de diez días para examinarla y deberá, dentro dicho plazo, dar su conformidad, o en caso contrario, hacer las reclamaciones oportunas que considere conveniente.

7. Gestión de la fabricación

7.3. Plazos de ejecución y entrega

Se establece como plazo de ejecución completo, 45 días a partir de la adjudicación por parte del cliente de un constructor. El plazo mencionado comenzará a contar a partir del día siguiente de la firma del contrato.

El incumplimiento de la fecha de entrega es motivo suficiente para el rechazo por parte del cliente del troquel. Si no se entregara transcurrido el tiempo mencionado, el cliente podrá declinar el pago, pudiendo adjudicar el proyecto a otro fabricante, con la posibilidad de que el cliente perdiese el pago inicial por adjudicación.

7.4. Revisión definitiva

Se procederá a la revisión definitiva del troquel, dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía. Dicho plazo comenzará a partir de la fecha de la recepción y tendrá un año natural de duración.

7.5. Plazo de garantía

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se hayan pactado entre cliente y fabricante, este último garantiza todas las piezas y materiales empleados, así como su mecanización y montaje.

Durante este periodo de garantía, el fabricante corregirá los defectos y averías que pudiesen producirse y garantiza al cliente contra toda reclamación de

terceros, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con las piezas fabricadas

El fabricante quedará relevado de toda responsabilidad tras la revisión definitiva del cliente, salvo lo referente a los defectos ocultos en la construcción.

7.6. Pruebas

Previo a la mecanización de los elementos, los materiales han de ser reconocidos y aprobados por el Jefe de Taller. Si se hubiese efectuado su manipulación sin obtener dicha conformidad, deberán de ser retirados.

8. Condiciones legales

El contrato se formalizará mediante el documento privado según convengan las partes y en él se especificarán las particularidades y especificaciones que convengan a ambas. Se firmará el presente Pliego de Condiciones obligándose a su cumplimiento, siendo nulas las cláusulas que se opongan al mismo o anulen disposiciones de carácter legal.

El fabricante se obliga a exigir el cumplimiento de lo preceptuado en el presente documento y en el contrato, a los subcontratistas e instaladores que intervengan en el proyecto, dándoles conocimiento de lo contenido en los mismos.

9. Seguridad e higiene en el trabajo

9.3. Objeto

Los equipos que se utilizan son probablemente uno de los grupos de máquinas y herramientas que causan un mayor número de accidentes laborales, pudiendo dar lugar a una incapacidad permanente de los operarios. Estos trabajos pueden desembocar en consecuencias fatales. La protección de las máquinas y de los propios operarios, junto a la observación de las normas de seguridad e higiene, harán este trabajo más seguro y, aunque no exento de riesgo, ayudará a disminuir el margen de siniestralidad.

9.4. Normativa

Todo el personal del taller deberá cumplir OBLIGATORIAMENTE la siguiente normativa:

- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Orden del Ministerio de Trabajo de 9/03/71. B.O.E. 16 y 17/03/71. Corrección de errores 6/04/71.
- Normas Técnicas reglamentarias MT-1 a la M-27, sobre cascos de seguridad, protectores auditivos, pantallas, guantes, calzado, cinturones de seguridad, gafas, etc." Resoluciones de la Dirección General de Trabajo. Desde B.O.E. 30/12/74 al 11/12/81.

9.5. Riesgos

Riesgo de aplastamiento al introducir el operario cualquier parte del cuerpo en el interior de la matriz cuando ésta se encuentra en funcionamiento.

- Riesgo de impacto por rotura de elementos que puedan salir proyectados.
- Riesgo de atrapamiento al introducir las manos en el alimentador de chapa.
- Riesgo a sufrir posibles dolencias o lesiones a causa de las vibraciones de la prensa.

9.5.1. Medidas de seguridad

Para evitar o minimizar los riesgos, se han tomado varias medidas de seguridad que tienen que ver con la protección de las máquinas y de los operarios.

9.5.2. Protección de máquinas

- Colocar protecciones que puedan dañar al operario en aquellas zonas donde operan elementos mecánicos o de transmisión de la máquina
- Señalizar los riesgos que entraña el trabajo sin el uso de las correspondientes protecciones.
- Pintar en colores llamativos las medidas de seguridad empleadas para la protección de las máquinas y herramientas.

- Proteger en la medida de lo posible la máquina para reducir niveles de ruido colocando resguardos en la prensa, pantallas, acristalamiento).
- Mantener siempre cerrado el cuadro eléctrico y llevar al día su mantenimiento preventivo.
- Proteger debidamente los sistemas de accionamiento del troquel contra presiones accidentales. El diseño actual de pulsadores y pedales ya contempla y exige por norma este detalle.
- Revisar la máquina antes de ponerla en funcionamiento y respetar sus planes de mantenimiento

9.5.3. Protección de los operarios

- Se les proporcionará a los operarios orejeras o tapones para que no sufran daños en los oídos, ya que los niveles de ruido producidos por la máquina pueden llegar a resultar perjudiciales para la salud.
- La ropa de trabajo debe ser la correspondiente para la labor que se desempeña, utilizando calzado de seguridad. Utilizar guantes para cualquier tarea de manipulación de piezas.
- Todas las máquinas empleadas en procesos de corte y conformado de la chapa únicamente deben de ser utilizadas por personal con autorización. Aun así, todo usuario está obligado a conocer los riesgos derivados del uso de dichas máquinas, así como sus limitaciones, consultando si fuese preciso su libro de instrucciones.
- Evitar cualquier distracción durante el proceso productivo por parte del operario.
- Evitar cualquier manipulación por parte del operario entre las partes fija y móvil del utillaje mientras el troquel esté en funcionamiento.

- Se deberá parar totalmente la máquina antes de efectuar cualquier tipo de reparación u operación de mantenimiento.
- Los recortes de chapa que puedan quedar atascadas en la matriz deben de ser apartadas con pinzas, tenazas u otra herramienta evitando a toda costa cualquier manipulación directa por parte del operario.
- Mantener la zona de trabajo libre de obstáculos y limpia en la medida de lo posible de grasas o lubricantes que puedan lugar a resbalones del personal del taller.

10. Aceptación de materiales

Los materiales serán supervisados antes de su mecanización por el jefe de taller, cuya aprobación será vital para que puedan emplearse en la fabricación de las piezas. El jefe de taller tiene potestad para rechazar aquellos elementos que no reúnan las condiciones requeridas, bien sea debido a un fallo en la entrega o defecto del material. Las muestras de los materiales una vez hayan sido aceptados, serán guardadas con los certificados de los análisis para su posterior contraste.

11. Controles de fabricación

La empresa constructora deberá cumplir las exigencias de calidad ISO 9001, como condición para la adjudicación del proyecto. Se debe realizar el control de calidad tal y como se indique en su manual de calidad previsto en la normativa vigente. El cliente, podrá ordenar cuando se estime oportuno realizar los ensayos, análisis u obtención de piezas de muestras para corroborar que tanto los materiales como los componentes del troquel se encuentran en condiciones óptimas y cumplen lo establecido en este documento.

El abono de todos los ensayos será por cuenta del constructor, hasta un importe equivalente al 1% del precio del contrato. Estos ensayos, en todos los casos, serán realizados por el cliente o por una entidad o persona elegida por este.

11.1. Ajustes y tolerancias

En los planos la tolerancia general se realizará de acuerdo con la ISO 2768 especificándose en el dibujo cualquier variación con respecto a ella. Cuando las piezas requieran ajuste las medidas de tolerancias y holguras se observarán las normas vigentes UNE-EN 20286-1: 1996 y UNE EN 20286-2: 1996. Los distintos símbolos, tipos e indicaciones en los planos de las tolerancias geométricas vendrán definidos por la norma UNE 1121-1: 1991.

Siempre que la construcción o el acoplamiento con elementos comerciales no obliguen a lo contrario, se empleará el sistema de agujero base, dando las tolerancias a tenor del ajuste de los ejes. Los elementos terminados serán de líneas exactas y estarán exentos de torsiones, dobleces y uniones abiertas. Los elementos que trabajen a compresión podrán tener una variación lateral no superior a 1/1000 de la longitud axial entre los puntos que han de ir apoyados lateralmente.

11.2. Procedimientos de prueba para la embutición

Un aspecto primordial que ejerce una enorme influencia sobre el resultado de la embutición es la calidad del material empleado. Las propiedades esenciales que tiene que tener un buen material para conformación plástica son; resistencia, ductilidad y maleabilidad. Actualmente para examinar la calidad de los materiales se recurre a los ensayos de resistencia a la tracción, torsión, ensayos de dureza y fragilidad. Sin embargo, para las operaciones de embutido, los resultados de dichos ensayos son insuficientes porque no determinan el comportamiento plástico de una chapa de determinado material, forma y espesor, por ello se suele recurrir a otros ensayos complementarios que no se tendrán en cuenta en este trabajo.

En los anexos se muestran los procedimientos de comprobación de las chapas de embutición, en caso de duda sobre la calidad del material que se va a utilizar, los cuales permiten determinar la idoneidad de las mismas para ser embutidas

11.3. Lubricación de la chapa

Para transformar una chapa plana en un cuerpo hueco mediante el embutido, se ha de proceder con una fuerza axial que castiga, en ciertos límites las fibras del material. El macho y la matriz, a los que se ha asignado la función de moldear, tienen que vencer el efecto producido por las fuerzas laterales; estas fuerzas producen un importante frotamiento entre las paredes. Para hacer más fácil la embutición y reducir las posibilidades de romper las fibras del material, es necesario que durante el embutido se lubrifiquen abundantemente con líquido todas las superficies de frotamiento de la estampa con la chapa. De este modo se prolonga también la duración de la estampa.

La elección del lubricante se realiza en función del tipo de trabajo al que se somete la chapa (embutición profunda o no) y el tipo de material a embutir. Se utiliza una mezcla de aceite viejo y barro de carburo procedente de residuos de las instalaciones dedicadas a la fabricación de acetileno; experiencias han demostrado que al aumentar la viscosidad del lubricante se alcanza una relación de embutición más elevada.

El papel de la lubricación en la estampación es distinto según la complejidad geométrica de la pieza o de la estampa:

- Muy importante para piezas de formas sencillas y simétricas.
- Importante en piezas simples, pero de gran tamaño, grandes acuerdos o elevada profundidad.
- Imprescindible en geometrías complejas como la de este proyecto, incluso con nervaduras (carrocerías de vehículos).

La lubricación de los discos de chapa se realizará en los manipuladores de carga, por medio de rodillos, o mediante proyección.

11.4. Puesta a punto del troquel

Este apartado del pliego trata de resolver los problemas que puedan aparecer inicialmente durante la puesta a punto de los troqueles relacionados con las estaciones de embutición, o posteriormente durante la producción. Es frecuente que en la embutición aparezcan defectos con demasiada frecuencia en el taller. Para evitar la producción con esos fallos, ha de investigarse el origen de los fallos y su solución basándose en el tipo de defecto que se produce

Es conveniente tener en cuenta que todas y cada una de las transformaciones que se hacen en la matriz son susceptibles de sufrir modificaciones en sus medidas si no se pone especial atención en la forma que se realizan.

Una solución mal aplicada a un problema concreto puede generar otro mucho más importantes.

Durante las pruebas de la matriz deben hacerse los siguientes pasos:

- 1- Preparar la matriz, la prensa y la materia prima con tiempo suficiente para hacer las pruebas.
- 2- Disponer del plano de la pieza, además del útil de control o muestra comparativa.
- 3- Disponer de los medios necesarios para cambiar o modificar los parámetros de máquina.
- 4- Verificar la materia prima antes de las pruebas (espesor, calidad, dureza, anchura...).
- 5- Hacer siempre las pruebas de forma que trabaje toda la matriz y no solo una parte.
- 6- Anotar los resultados obtenidos y analizarlos después de finalizar las pruebas.

- 7- Tener especial cuidado en que las condiciones de trabajo durante las pruebas sean las mismas que la de la producción posterior.

Cosas que no deben hacerse durante las pruebas de la matriz:

- 1- No iniciar las pruebas si la materia prima no es la correcta.
- 2- No tomar decisiones sobre los resultados obtenidos, si los parámetros de la matriz no son los marcados en la hoja de trabajo.
- 3- No hacer las pruebas si la matriz no trabaja en su totalidad o solo una parte.
- 4- No continuar con las pruebas si algún elemento de la matriz se ha roto, deformado o cambiado su forma o sus medidas.
- 5- No modificar elementos de la matriz, si como mínimo no se han fabricado 1000 unidades.
- 6- No variar las condiciones de trabajo si con ello existen riesgos de cambios en las propiedades del material.
- 7- No plantear modificaciones en la matriz sin haber analizado todo el proceso paro a paso.

11.5. Defectos por la baja calidad de la chapa

Se detectan fácilmente en aquellas zonas en donde la pieza ha sufrido relativamente pocas solicitaciones con la embutición y, a pesar de ello, aparece una rotura. Los agujeros y grietas de pequeñas dimensiones quedan a menudo rellenados por el material durante la operación de embutición.

En chapas gruesas estos defectos tienen forma ovalada. Casi siempre las zonas defectuosas provienen de inclusiones o sopladuras que han quedado ocluidas

durante la operación de laminación, las cuales generalmente originan roturas de disposición horizontal. Cuando las inclusiones en las chapas son grandes, al realizar la operación de embutición la chapa se comporta como si se tratará de dos chapas superpuestas de manera que en las roturas puede verse la gradación entre la parte interior y la parte exterior. Por esto, a menudo las chapas que presentan este tipo de inclusiones se denominan chapas dobladas.

11.6. Líneas de fluencia

Aparecen en la zona del límite de alargamiento, dependiendo, por tanto, de este, o también, de la forma de la pieza, ya que, según ésta, el comportamiento anisótropo del material hace que se inicie la deformación plástica en algunas zonas, mientras que en otras todavía no ha aparecido. En el caso de que las líneas de fluencia molesten para el tratamiento superficial que pueda darse a la pieza posteriormente las chapas de acero para embutición no deben transportarse en verano en vagones abiertos, expuestos a los rayos solares, ni tampoco almacenarse en sitios calientes, Ha de procurarse que el almacenamiento sea en un lugar frío. Por otra parte, las chapas de embutición, una vez laminadas, no deben permanecer más de medio año en el almacén antes de ser embutidas.

11.7. Mala colocación del disco de chapa

Se puede producir la rotura de la pieza debido a una colocación descentrada. Pero no siempre la colocación descentrada de la pieza origina su rotura. Frecuentemente ocurre que debido a las zonas estrechas que presentan poca resistencia a la deformación, la chapa se embute unilateralmente por encima de la arista de embutición y se deforma para dar lugar a la pared lateral mientras que en las restantes zonas de la brida de la chapa todavía no se inicia esta embutición. A veces se puede confundir una colocación descentrada con una fuerza de pisado deficiente.

11.8. Diferencias de espesor en la chapa

Las roturas debidas a un espesor desigual en la chapa aparecen principalmente en piezas no cilíndricas. En estas comprobaciones, las medidas a distancias iguales de la arista de embutición han de tomarse en varias piezas embutidas que presenten roturas teniendo también en cuenta la dirección de laminado. Si las roturas aparecen en dirección paralela a la dirección de laminación en la mayoría de los casos ello indica que la pieza no es apropiada para ser embutida, pero, si en varias piezas no se observa influencia alguna de la dirección de laminación con respecto a la situación de las roturas y estas están dispuestas en forma radial en las zonas más gruesas de la brida de la chapa, puede decirse que el origen del defecto está en el espesor desigual de la chapa.

11.9. Desgarros producidos debajo de la brida de la chapa

Se presentan en aquellas piezas de embutición en las que, al diseñar los troqueles, no se tuvo en cuenta que ha de dejarse, para el material comprimido un huelgo de embutición mayor en las esquinas que en los costados de la pieza. Otra indicación de que existe poca holgura de embutición en las esquinas es la intensa sinuosidad que aparece en aquella zona a veces en unión con fisuras en las esquinas paralelas a la dirección de embutición. El motivo también puede proceder del dimensionado incorrecto del recorte.

Para corregir el inconveniente, también, puede bastar con aumentar la presión del pistón sujetador de la chapa.

12. Especificaciones de ejecución

Se exponen las diferentes fases empleadas para el ensamblaje de los elementos que componen el troquel.

12.1. Ensamblaje de los elementos

La fabricación del troquel comienza con la fundición de las bases. Posteriormente estas se mecanizan y pasan a la sección de montaje, donde una vez ya diseñadas y mecanizadas el resto de piezas que componen el troquel se ajustan y montan paso a paso, comenzando por punzones y buterolas y finalizando con el resto de piezas. Una vez ajustadas se taladran los pasadores y a continuación se mete el troquel a prensa para su correspondiente ajuste y terminación.

13. Mantenimiento general

El mantenimiento general de la matriz es una de las operaciones más importantes para alargar su vida y reducir los paros de producción.

Durante el mantenimiento de la matriz se debe:

- Rectificar o cambiar todos los punzones y no solo aquellos que estén más desgastados.
- Todos los punzones de corte deben estar a la misma altura.
- Todos los muelles deben trabajar en las mismas condiciones (altura, diámetro y durabilidad).
- Eliminar los gruesos o suplementos sin identificar en todos los punzones y en la matriz.
- Después de un paro por avería grave, hacer pruebas de matriz antes de entrar en producción.
- Tener especial cuidado en que las condiciones de trabajo después del mantenimiento sean las mismas que las anteriores.

- Tener recambios de los elementos que presenten mayor riesgo de desgaste o rotura.

Durante el mantenimiento de las matrices no debe hacerse:

- No hacer el mantenimiento de la matriz sin desmontarla en su totalidad.
- No aplicar soluciones provisionales (salvo causas de fuerza mayor).
- No confiar al azar aquello que no esté totalmente asegurado.
- No rectificar solo uno de los 2 elementos cortantes, siempre los dos, punzón y matriz.
- Un buen afilado no debe requerir más de 0,2mm de rebaje.
- No plantear modificaciones en la matriz sin antes haber analizados todo el proceso de trabajo paso a paso.
- El mantenimiento debe ser programado y cuidado, destacando los tres elementos esenciales para obtener un buen resultado en todo su conjunto:

1. Personal preparado.
2. Máquinas adecuadas.
3. Utillaje bien diseñado.

13.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo de la matriz tiene por objeto asegurar y mantener en todo momento la capacidad de producción esta, independientemente de su

antigüedad. Dicho mantenimiento lleva implícito el aseguramiento de la calidad de las piezas que fabrique la matriz.

Durante el mantenimiento preventivo y como medida de seguridad, hay que revisar todos los elementos de la matriz y, específicamente:

1. El desgaste de todos y cada uno de los punzones de corte.
2. El afilado y vida de las matrices cortantes.
3. El desgaste o posible gripado de los punzones de doblar.
4. Las tolerancias entre punzones y matrices de doblar.
5. El estado de fatiga en que se encuentren los muelles.
6. El desgaste y medida de los centradores.
7. La no existencia de golpes o marcas sobre la superficie de figuras.
8. El correcto funcionamiento de los elementos de seguridad.

Durante el mantenimiento preventivo que se realice en las matrices, existen una serie de componentes que deben ser revisados con más atención que el resto. Los aspectos que deben tenerse en cuenta durante la revisión de estos componentes se enumeran en los siguientes apartados.

13.1.1. Revisión de punzones

- Afilado.
- Roturas o melladuras.
- Alturas de trabajo.
- Desgastes.
- Adherencias.
- Deformaciones

13.1.2. Revisión de la placa matriz

- Vida útil de matriz.
- Tolerancias de corte.
- Caída de retales.
- Roturas o melladuras.
- Desgastes.
- Afilado.

13.1.3. Revisión de la placa pisadora

- Gripado de agujeros.
- Tolerancias de ajuste.
- Marcas en superficie.
- Deformaciones.
- Fuerza de pisado.
- Guía de punzones.

13.1.4. Revisión de la placa base inferior

- Caída de retales.
- Deformaciones.
- Holgura de columnas.
- Sujeción de punzones y placas.

13.1.5. Revisión de muelles

- Fatiga.
- Rotura de hilos.
- Pandeo.
- Roces laterales.

- Rotura de gomas.
- Centraje.
- Carrera de trabajo.

13.1.6. Revisión de elementos guía

- Ajuste de columnas.
- Gripados o ralladuras.
- Desprendimientos.
- Desgastes.
- Adherencias.
- Lubricación.
- Deslizamientos.

13.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo de la matriz tiene por objeto reparar todos aquellos defectos que han ocurrido o que se sabe que van a ocurrir, con soluciones prácticas (más o menos temporales) que se aplican a la matriz con el fin de reducir o minimizar los tiempos de paros durante la producción.

Dadas las especiales circunstancias en que se realiza este tipo de mantenimiento, a pie de máquina y casi siempre con la máxima urgencia, los profesionales que lo realizan han de tener muy en cuenta que lo más importante en estos casos no es la revisión completa de toda la matriz, sino, reparar el elemento causante del problema y conseguir que la producción no se pare más tiempo del estrictamente necesario.

A diferencia del mantenimiento preventivo, el correctivo ha de ser más rápido, pero tan eficaz como el anterior.

Para poder realizar un buen mantenimiento correctivo también es muy importante que la matriz haya sido diseñada con unos criterios muy prácticos, de

forma que el operario pueda tener acceso a todos los componentes de la matriz sin necesidad de desmontarla en su totalidad.

Con el fin de facilitar y agilizar el mantenimiento de choque a pie de máquina, siempre es muy aconsejable tener en cuenta algunos de los siguientes aspectos:

- Diseño de la matriz de fácil mantenimiento.
- Facilidad de acceso a todos los componentes.
- Recambios de todos los elementos de fácil rotura o desgaste.
- Disponer de los medios necesarios para el mantenimiento.
- Conocer en profundidad la herramienta antes de repararla.
- Operarios con experiencia y profesionalidad.

MEDICIONES

**Diseño de un troquel progresivo para
industria de automoción**

17040-803G

AUTOR: Omar Sáenz Magaña



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Firma el presente documento:

Omar Sáenz Magaña

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Logroño, 17 de diciembre

de 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

MEDICIONES

1. Componentes mecánicos base inferior.....	1
2. Normalizados base inferior.....	5
3. Parrillas y Expulsor.....	7
4. Componentes mecánicos base superior.....	9
5. Normalizados base superior.....	11
6. Pisadores	13

1. Componentes mecánicos base inferior

01.01	U Cuchilla inferior 1 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 para realizar el corte de la chapa.	1,00
01.02	U Cuchilla inferior 2 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 para realizar el corte de la chapa.	1,00
01.03	U Cuchilla inferior 3 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 para realizar el corte de la chapa.	1,00
01.04	U Cuchilla inferior 4 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 para realizar el corte de la chapa.	1,00
01.05	U Cuchilla inferior 5 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 para realizar el corte de la chapa.	1,00
01.06	U Cuchilla inferior 6 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 para realizar el corte de la chapa.	1,00
01.07	U Suplemento Sellos Suplemento empleado en la fase inicial. Acero 1.0401	1,00
01.08	U Guía Guía parte inicial. Acero 1.0503	2,00
01.08	U Portasello Portasello parte inicial. Acero 1.0401	1,00
01.08	U Suplemento casquillo Suplemento base inferior. Material acero ST37.	4,00
01.08	U Soporte Soporte sujeción base . Material acero 1.0401.	1,00
01.09	U Suplemento Suplemento fase final. Material acero 1.0401	2,00
01.09	U Suplemento Suplemento fase final. Material acero 1.0401.	1,00

01.10	U SoporteSensor Soporte para el sensor de las piezas. Material acero 1.0401	1,00
01.11	U Rampa1 Rampa extracción pieza. Material chapa lagrimada	1,00
01.11	U Rampa 2 Rampa desecho material. Material chapa lagrimada	1,00
01.12	U Rampa 3 Rampa desecho material. Material chapa lagrimada	1,00
01.13	U Rampa 4 Rampa desecho material. Material chapa lagrimada	1,00
01.14	U Paralela1 Malla de acero para seguridad.	2,00
01.15	U Paralela2 Malla de acero para seguridad.	5,00
01.16	U Paralela3 Malla de acero para seguridad.	3,00
01.17	U Paralela4 Malla de acero para seguridad.	4,00
01.18	U Paralela5 Malla de acero para seguridad.	1,00
01.19	U Distanciador Distanciadores para la base inferior. Material acero 1.0503	12,00
01.20	U Cazoleta Cazoleta de acero 1.0503.	8,00
01.21	U Cala Cala. Material acero 1.0503.	8,00

01.22	U Brida casquillo Brida de casquillo. Material acero C45.	8,00
01.23	U Casquillo Casquillo acero 2052.70.040.050.050.	8,00
01.24	U Tope Tope base inferior. Material acero 1.0401	2,00
01.25	U Reacción Reaccion de material bronce al aluminio	1,00
01.26	U Portamatrices1 Portamatriz de material acero 1.0503	1,00
01.27	U Portamatrices2 Portamatriz de material acero 1.0503	1,00
01.28	U Macho Macho de doblado. Material acero 1.2379 T6.	1,00
01.29	U Cala Cala base inferior de material acero 1.2379 T6.	1,00
01.30	U Macho Macho de doblado material acero 1.2379 T6.	1,00
01.31	U Macho Macho de doblado. Material acero 1.2379 T6	1,00
01.32	U Fondo Móvil Fondo Móvil de material acero 1.2379 T6	10,00
01.33	U Pisador Pisador base inferior material acero 1.2379.	4,00
01.34	U Centrador Centrador base inferior de material acero 1.2379 T6..	2,00
01.35	U Cala Cala de material acero 1.2379	1,00

01.36	U Suplemento Suplemento base inferior de material acero C15	4,00
01.37	U Placa Inferior Placa inferior de la base inferior. Material acero ST37.	1,00
01.38	U Cuchilla inferior Cuchilla base inferior de material acero 1.2379 T6	1,00
01.39	U Balancín Balancín parte final troquel. Material acero C15	1,00
01.40	U Soporte balancín Soporte del balancín. Material acero 1.0401.	1,00
01.41	U Base inferior Base inferior troquel de material acero ST37	1,00
01.42	U Macho Macho de doblado. Material acero 1.2379 T6.	1,00

2. Normalizados base inferior

02.01	U Caja conexiones Caja de conexiones eléctricas. Mat: 19 30 010 1250	1,00
02.2	U Conector Conector eléctrico troquel. 70.310.1040.0 (BAS STS 10 2.5 50)	1,00
02.3	U Cáncamo inferior Cáncamos de agarre troquel. Material acero 2131.15.020.050	4,00
02.4	U Fondo móvil Malla de acero para seguridad.	1,00
02.5	U Cilindro Cilindro AZOL-GAS CT 550 25	1,00
02.6	U Cilindro Cilindro AZOL-GAS CT 300 38	4,00
02.7	U Cilindro Cilindro CK 1000 -100	4,00
02.8	U Brida cilindro Brida cilindro material acero C50-050	4,00
02.9	U Casquillo Casquillo base inferior E46.12.063100 FIBRO 2002.70.063	4,00
02.10	U Brida Brida casquillos E47.12.063 FIBRO 2073.45.063	4,00
02.11	U Tubo almacenaje Tubos laterales de almacenaje 39D 578/40 L=225 mm	4,00
02.12	U Pestillo Pestillo base inferior	1,00
02.13	U Portadígitos1 Portadígitos base inferior ZNT-0404	1,00

02.14	U Portadígitos2 Portadígitos base inferior ZNT-0404	1,00
02.15	U Portadígitos3 Portadígitos base inferior ZNT-0404	1,00
02.16	U Matriz Matriz ADX-20-S25-P10.4-X80	2,00
02.17	U Matriz Matriz ADX-10-S25-P4.3-X80	4,00
02.18	U Matriz Matriz ADC-38-S25-S/CROQUIS-X80	4,00
02.19	U Chaveta Chaveta base inferior troquel 39V 1304/7	3,00
02.20	U Cilindro Cilindro AZOL-GAS CT 1000 10	1,00
02.21	U Expulsor Expulsor base inferior MBL 10 005	1,00
02.22	U Muñequilla Muñequilla base inferior 39V 1205/1	2,00
02.23	U Tornillo Tornillo limitador ISO 7379 M10x30	2,00
02.24	U Tope cierre Tope cierre inferior 39 V 1162/2 H1=50mm	4,00
02.25	U Sensor Sensor DW-AS-503-M12-120	1,00
02.26	U Sensor Sensor OGH200	1,00

3. Parrillas y Expulsor

03.01	U Parrilla1 Parrilla1 base inferior de material acero ST37	1,00
03.02	U Parrilla2 Parrilla2 base inferior de material acero ST37	1,00
03.03	U Elevador Elevadores de material acero F127 Pretratado	8,00
03.04	U Distanciadores Distanciadores inferiores de material acero 1.0503	8,00
03.05	U Cilindros Cilindros AFC-200-0.38-FIBRO 2480.21.00200.038	8,00
03.06	U Guía1 Guía banda de material acero 1.0503 T7	6,00
03.07	U Guía2 Guías banda de material acero 1.0503 T7	2,00
03.08	U Guía3 Guía banda de material acero 1.0503 T7	1,00
03.09	U Guía4 Guías banda de material acero 1.0503 T7	6,00
03.10	U Guía5 Guía banda de material acero 1.0503 T7	2,00
03.11	U Expulsor Expulsor pieza base inferior de material acero 1.2379 T6	1,00
03.12	U Tope Tope paso de material acero 1.2379 T6	1,00

03.13	U Porta Portamuelle de material acero 1.0401	1,00
03.14	U Guía banda Guía banda fase 1 de material acero 1.0503 T7	1,00

4. Componentes mecánicos base superior

04.01	U Matriz Doblado Matriz de doblado base superior material acero 1.2379 T6	1,00
04.02	U Matriz Doblado Matriz de doblado. Material acero 1.2379 T6	1,00
04.03	U Cala Cala de material acero C15 base superior	1,00
04.04	U Cala Cala de acero C15 base superior.	1,00
04.05	U Suplemento Suplemento columna de material acero ST37	4,00
04.06	U Suplemento Suplemento de seguridad. Material acero 1.0401	4,00
04.07	U Suplemento Suplemento acero 1.0401	4,00
04.08	U Macho Macho de corte de material acero 1.2379 T6	1,00
04.09	U Porta Portamacho de material acero 1.050	1,00
04.10	U Sufridera Sufridera base superior acero C75	1,00
04.11	U Macho Macho base superior de material acero 1.2379 T6	1,00
04.12	U Macho Macho base superior de material acero 1.2379 T6	1,00

04.27	U Sufridera Sufridera base superior de material acero C75	1,00
04.28	U Porta Portamacho base superior de material acero 1.0503	1,00
04.29	U Sufridera Sufridera base superior de material acero C75	1,00
04.30	U Macho Macho base superior de material acero 1.2379 T6	1,00
04.31	U Portamacho Portamacho base superior de material acero 1.0503	1,00
04.32	U Sufridera Sufridera base superior de material acero C75	1,00
04.33	U Macho Macho de corte base superior de material acero 1.2379 T6	1,00
04.34	U Portamacho Portamacho para macho de corte de material acero 1.0503	1,00
04.35	U Sufridera Sufridera de material acero C75	1,00
04.36	U Macho Macho base superior de material acero 1.2379 T6	1,00
04.37	U Macho Macho base superior de material acero 1.2379 T6	1,00
04.38	U Macho Macho de acero 1.2379 T6	1,00
04.39	U Cala Cala de material acero C15	1,00
04.40	U Cala Cala de material acero C15	1,00

04.27	U Macho Macho base superior de material acero 1.2379 T6	1,00
04.28	U Cala Cala base superior de material acero C15	1,00
04.29	U Suplemento Suplemento base superior acero ST37	1,00
04.30	U Suplemento Suplemento de acero ST37	1,00
04.31	U Suplemento Suplemento de acero ST37	1,00
04.32	U Suplemento Suplemento base superior de acero ST37	1,00
04.33	U Suplemento Suplemento de acero ST37	1,00
04.34	U Suplemento sujeción Suplemento de acero C15	12,00
04.35	U Suplemento amarre Suplemento amarre base superior acero 1.7030 T6	8,00
04.36	U Contrasellos Contrasellos base superior acero 1.2379 T6	1,00
04.37	U Suplemento Suplemento acero C15	12,00
04.38	U Suplemento base superior Suplemento de material acero ST37	1,00
04.39	U Base superior troquel Base superior de material acero ST37	1,00

5.	Normalizados base superior	
05.01	U Tornillo limitador Tornillo limitador ISO 7379 M16x90	6,00
05.02	U Contraestampa Contraestampas base superior 39V 1162/2 H1=42mm	4,00
05.03	U Cáncamos Cáncamos sujeción 2131.15.016.036	4,00
05.04	U Columna Columnas base superior E45.12.063315 - FIBRO 2022.25.063.315	4,00
05.05	U Brida Brida columnas E47.13.063- FIBRO 2073.46.063	4,00
05.06	U Punzón Punzón DAYTON APX-08-19-90-P4	1,00
05.07	U Punzón Punzón DAYTON APX-10-19-90-P6.65	1,00
05.08	U Punzón Punzón AJX-13-19-90-P10.1	2,00
05.09	U Portapunzón Portapunzón ART-10+URBP 1048	1,00
05.10	U Punzón Punzón DAYTON APB-25-100-S/CROQUIS	1,00
05.11	U Casquillo Casquillo E46.10.040063- FIBRO 2082. 70.040	12,00
05.12	U Bridas casquillos Bridas para casquillos BRCSP50	12,00

05.13	U Cilindro Cilindros base superior AZOL-GAS CK 570 50	20,00
05.14	U Bidas cilindros Bidas A34-038 sujeción cilindros	20,00
05.15	U Cilindros Cilindros base superior CT-1500-38	7,00
05.16	U Muñequilla Muñequilla base superior 39V 1205/1	2,00
05.17	U Expulsor Expulsor MBT 10 003-FIBRO 2472.01.010	1,00
05.18	U Expulsor Expulsor parte superior J6M	5,00
05.19	U Chaveta Chaveta base superior 39V 1304/7	4,00
05.20	U Chaveta Chaveta base superior 39V 1304/10	1,00

6. Pisadores		
06.01	U Pisador1 Pisador base superior material acero ST37	1,00
06.02	U Pisador2 Pisador base superior material acero ST37	1,00
06.03	U Pisador3 Pisador base superior material ST37	1,00
06.04	U Columna Columna pisadores CEN D40X110-FIBRO 2021.29.040.110	12,00
06.05	U Piloto Pilotos base superior MOELLER MSV 10 P=10mm L=22mm	22,00
06.06	U Suplemento Suplemento pisador material acero 1.2842	1,00
06.07	U Suplemento Suplemento pisador material acero 1.2842	1,00
06.08	U Expulsor Expulsores pieza base superior D4x19	42,00
06.09	U Suplemento Suplemento pisador material acero 1.2842	1,00
06.10	U Suplemento Suplemento pisador material acero 1.2842	1,00
06.11	U Suplemento pisador Suplemento pisador material acero 1.2379 T6	1,00
06.12	U Suplemento Suplemento pisador material acero 1.2379 T6	1,00

06.13	U Suplemento Suplemento pisador material acero 1.2842	2,00
06.14	U Suplemento Suplemento pisador material acero 1.2842	1,00
06.15	U Suplemento pisador Suplemento pisador material acero 1.2842	12,00
06.16	U Suplemento pisador Suplemento pisador material acero 1.2842	1,00
06.17	U Expulsores Expulsor pieza base superior MBD 10 005	2,00
06.18	U Expulsores Expulsores pieza MBD 8 003	3,00
06.19	U Reacción Reacciones base superior material bronce al aluminio	2,00
06.20	U Suplemento pisador Suplemento pisador material acero 1.2842	2,00
06.21	U Tope Tope amortiguación C17.20.1625	24,00
06.22	U Limitación Limitación base superior material acero 1.0503	12,00

PRESUPUESTO

**Diseño de un troquel de estampación
para industria de automoción**

17040-803G

AUTOR: Omar Sáenz Magaña



**UNIVERSIDAD
DE LA RIOJA**

Firma el presente documento:

Omar Sáenz Magaña

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

Logroño, 15 de noviembre de 2017

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PRESUPUESTO

1. C.P.U. Materiales	3
2. C.P.U. Maquinaria	3
3. C.P.U. Mano de obra	3
4. C.P.U. Unidades de obra totales (Cuadro de precios 1)	4
4.1. Componentes mecánicos base inferior	4
4.2. Normalizados base inferior	8
4.3. Parrillas y expulsor.....	10
4.4. Componentes mecánicos base superior.....	12
4.4. Normalizados base superior.....	15
4.5. Pisadores.....	17
5. C.P.U. presupuesto referente a los materiales (Cuadro de precios 2).....	19
5.1. Coste de materia prima.....	19
6. Tiempos y coste de fabricación.....	22
7. Presupuestos parciales.....	25
7.1. Precio mano de obra.....	25
7.2. Precio total materia prima.....	25
7.3. Presupuesto referente a la fabricación de la pieza.....	26
7.4. Coste del mantenimiento.....	26
8. Presupuesto general.....	28
9. Resumen de presupuesto.....	28

1. C.P.U. Materiales

CÓDIGO	RESUMEN	UD	PRECIO (€)
M01	Calibrado (acero F-111)	kg	1,17
M02	Acero F-114	kg	1,35
M03	Acero 2379	kg	2,25
M04	Acero F-522	kg	2,12
M05	Adiprene	kg	0,80
M06	Acero ST37	kg	2,27
M07	Chapa Lagrimada	kg	1,15

2. C.P.U. Maquinaria

CÓDIGO	RESUMEN	UD	PRECIO (€)
MA01	Máquina CNC Correa Fp40	h	14,00
MA03	Correa a10	h	37,00
MA04	Correa a25	h	35,00
MA08	Fresadora Fp40	h	35,00
MA011	Centro de mecanizado Mecof	h	23,00
MA012	Máquina CNC micron	h	27,00
MA015	Máquina de corte por hilo α -C600iB	h	25,00

3. C.P.U. Mano de obra

CÓDIGO	RESUMEN	UD	PRECIO (€)
O01	Operario Taller	h	48,75
O02	Operario montaje	h	8,00

4. C.P.U. Unidades de obra totales (Cuadro de precios 1)

4.1	Componentes mecánicos base inferior	€/u
01.01	U Cuchilla inferior 1 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 5860 para realizar el corte de la chapa. VEINTITRES EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	23,17
01.02	U Cuchilla inferior 2 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 5860 para realizar el corte de la chapa. VEINTISIETE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	27,15
01.03	U Cuchilla inferior 3 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 5860 para realizar el corte de la chapa. TREINTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y UNO CÉNTIMOS	32,51
01.04	U Cuchilla inferior 4 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 5860 para realizar el corte de la chapa. DIECISIETE EUROS con TRECE CÉNTIMOS	17,13
01.05	U Cuchilla inferior 5 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 5860 para realizar el corte de la chapa. VEINTIOCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	28,14
01.06	U Cuchilla inferior 6 Cuchilla base inferior acero 1.2379 T6 5860 para realizar el corte de la chapa. VEINTISIETE EUROS con DOCE CÉNTIMOS	27,12
01.07	U Suplemento Sellos Suplemento empleado en la fase inicial. Acero 1.0401 DIECISIETE EUROS con VEINTIUNO CÉNTIMOS	17,21
01.08	U Guía Guía parte inicial. Acero 1.0503 CUARENTA Y UNO EUROS	41,00
01.08	U Portasello Portasello parte inicial. Acero 1.0401 TRECE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	13,82
01.08	U Suplemento casquillo Suplemento base inferior. Material acero ST37. VEINTITRES EUROS con TRECE CÉNTIMOS	23,13
01.08	U Soporte Soportes sujeción base. Material acero 1.0401. CATORCE EUROS CON VEINTIUNO CÉNTIMOS	14,21
01.09	U Suplemento Suplemento fase final. Material acero 1.0401 DIECISEIS EUROS con OCHO CÉNTIMOS	16,80
01.09	U Suplemento Suplemento fase final. Material acero 1.0401. VEINTISIETE EUROS con TRECE CÉNTIMOS	27,13

01.10	U SoporteSensor	2,70
	Soporte para el sensor de las piezas. Material acero 1.0401	
	DOS EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	
01.11	U Rampa1	13,15
	Rampa extracción pieza. Material chapa lagrimada	
	TRECE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
01.11	U Rampa 2	17,50
	Rampa desecho material. Material chapa lagrimada	
	DIECISIETE EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS	
01.12	U Rampa 3	21,40
	Rampa desecho material. Material chapa lagrimada	
	VEINTIUNO EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
01.13	U Rampa 4	15,30
	Rampa desecho material. Material chapa lagrimada	
	QUINCE EUROS con TRES CÉNTIMOS	
01.14	U Paralela1	51,12
	Paralela sujeción base inferior. Material acero ST37	
	CINCUENTA Y UNO EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
01.15	U Paralela2	63,30
	Paralela sujeción base inferior. Material acero ST37	
	SESENTA Y TRES EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
01.16	U Paralela3	270,02
	Paralela sujeción base inferior. Material acero ST37	
	DOSCIENTOS SETENTA EUROS con DOS CÉNTIMOS	
01.17	U Paralela4	113,90
	Paralela sujeción base inferior. Material acero ST37	
	CIENTO TRECE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
01.18	U Paralela5	190,10
	Paralela seguridad de acero ST37	
	CIENTO NOVENTA EUROS con DIEZ CÉNTIMOS	
01.19	U Distanciador	45,70
	Distanciadores para la base inferior. Material acero 1.0503	
	CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	
01.20	U Cazoleta	83,25
	Cazoleta de acero 1.0503.	
	OCHENTA Y TRES EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
01.21	U Cala	8,65
	Cala. Material acero 1.0503.	
	OCHO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	

01.22	U Brida casquillo Brida de casquillo. Material acero C45. TREINTA Y CINCO EUROS con SESENTA CÉNTIMOS	35,60
01.23	U Casquillo Casquillo acero 2052.70.040.050.050. CUARENTA Y CINCO EUROS con TRES CÉNTIMOS	45,03
01.24	U Tope Tope base inferior. Material acero 1.0401 SETENTA Y OCHO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	78,20
01.25	U Reacción Reaccion de material bronce al aluminio SESENTA Y CINCO EUROS con DOS CÉNTIMOS	65,02
01.26	U Portamatrices1 Portamatriz de material acero 1.0503 CIENTO QUINCE EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	115,35
01.27	U Portamatrices2 Portamatriz de material acero 1.0503 SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	78,9
01.28	U Macho Macho de doblado. Material acero 1.2379 T6 5860. VEINTISIETE EUROS con OCHO CÉNTIMOS	27,8
01.29	U Cala Cala base inferior de material acero 1.2379 T6 5860. NOVENTA Y OCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS	98,8
01.30	U Macho Macho de doblado material acero 1.2379 T6. CUARENTA Y CINCO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	45,20
01.31	U Macho Macho de doblado. Material acero 1.2379 T6 VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	26,56
01.32	U Fondo Móvil Fondo Móvil de material acero 1.2379 T6 CIENTO CATORCE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	114,78
01.33	U Pisador Pisador base inferior material acero 1.2379. SETENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	78,35
01.34	U Centrador Centrador base inferior de material acero 1.2379 T6.. SESENTA Y NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	69,45
01.35	U Cala Cala de material acero 1.2379 SETENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS	79,36

01.36	U Suplemento	23,56
	Suplemento base inferior de material acero C15	
	VEINTITRES EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
01.37	U Placa Inferior	558,90
	Placa inferior de la base inferior. Material acero ST37.	
	QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS	
01.38	U Cuchilla inferior	78,32
	Cuchilla base inferior de material acero 1.2379 T6	
	SETENTA Y OCHO EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
01.39	U Balancín	79,80
	Balancín parte final troquel. Material acero C15	
	SETENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
01.40	U Soporte balancín	12,78
	Soporte del balancín. Material acero 1.0401.	
	DOCE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
01.41	U Base inferior	490,78
	Base inferior troquel de material acero ST37	
	CUATROCIENTOS NOVENTA EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
01.42	U Macho	17,23
	Macho de doblado. Material acero 1.2379 T6 5860.	
	DIECISIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	

4.2. Normalizados base inferior

02.01	U Caja conexiones Caja de conexiones eléctricas. Mat: 19 30 010 1250 TRECE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	13,78
02.2	U Conector Conector eléctrico troquel. 70.310.1040.0 (BAS STS 10 2.5 50) OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	8,25
02.3	U Cáncamo inferior Cáncamos de agarre troquel. Material acero 2131.15.020.050 SESENTA Y DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	62,30
02.4	U Fondo móvil Malla de acero para seguridad. QUINCE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	15,78
02.5	U Cilindro Cilindro AZOL-GAS CT 550 25 TRESCIENTOS VEINTICINCO EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	325,47
02.6	U Cilindro Cilindro AZOL-GAS CT 300 38 DOSCIENTOS OCHENTA Y SEITE EUROS con VEINTI CINCO CÉNTIMOS	287,25
02.7	U Cilindro Cilindro CK 1000 -100 TRESCIENTOS QUINCE EUROS con VEINTI CINCO CÉNTIMOS	315,25
02.8	U Brida cilindro Brida cilindro material acero C50-050 QUINCE EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	15,78
02.9	U Casquillo Casquillo base inferior E46.12.063100 FIBRO 2002.70.063 CUARENTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y SEITE CÉNTIMOS	45,87
02.10	U Brida Brida casquillos E47.12.063 FIBRO 2073.45.063 TRECE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	13,54
02.11	U Tubo almacenaje Tubos laterales de almacenaje 39D 578/40 L=225 mm TRESCIENTOS VEINTICINCO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	325,78
02.12	U Pestillo Pestillo base inferior NUEVE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	9,45
02.13	U Portadígitos1 Portadígitos base inferior ZNT-0404 DOSCIENTOS VEINTICINCO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	225,14

02.14	U Portadígitos2	180,78
	Portadígitos base inferior ZNT-0404	
	CIENTO OCHENTA EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
02.15	U Portadígitos3	140,65
	Portadígitos base inferior ZNT-0404	
	CIENTO CUARENTA EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
02.16	U Matriz	63,15
	Matriz ADX-20-S25-P10.4-X80	
	SESENTA Y TRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
02.17	U Matriz	90,78
	Matriz ADX-10-S25-P4.3-X80	
	NOVENTA EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
02.18	U Matriz	46,32
	Matriz ADC-38-S25-S/CROQUIS-X80	
	CUARENTA Y SEIS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS	
02.19	U Chaveta	23,45
	Chaveta base inferior troquel 39V 1304/7	
	VEINTITRES EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
02.20	U Cilindro	170,87
	Cilindro AZOL-GAS CT 1000 10	
	CIENTO SETENTA EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
02.21	U Expulsor	6,45
	Expulsor base inferior MBL 10 005	
	SEIS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
02.22	U Muñequilla	9,63
	Muñequilla base inferior 39V 1205/1	
	NUEVE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
02.23	U Tornillo	1,45
	Tornillo limitador ISO 7379 M10x30	
	UNO EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
02.24	U Tope cierre	7,61
	Tope cierre inferior 39 V	
	1162/2 H1=50mm	
	SIETE EUROS con SESENTA Y UNO CÉNTIMOS	
02.25	U Sensor	98,56
	Sensor DW-AS-503-M12-120	
	NOVENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
02.26	U Sensor	90,17
	Sensor OGH200	
	NOVENTA EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS	

4.3. Parrillas y Expulsor

03.01	U Parrilla1	735,23
	Parrilla1 base inferior de material acero ST37 SETECIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
03.02	U Parrilla2	823,15
	Parrilla2 base inferior de material acero ST37 OCHOCIENTOS VEINTITRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
03.03	U Elevador	356,02
	Elevadores de material acero F127 Pretratado TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con DOS CÉNTIMOS	
03.04	U Distanciadores	233,15
	Distanciadores inferiores de material acero 1.0503 DOSCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
03.05	U Cilindros	523,80
	Cilindros AFC-200-0.38-FIBRO 2480.21.00200.038 QUINIENTOS VEINTITRES EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
03.06	U Guía1	65,30
	Guía banda de material acero 1.0503 T7 SESENTA Y CINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
03.07	U Guía2	45,14
	Guías banda de material acero 1.0503 T7 CUARENTA Y CINCO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
03.08	U Guía3	234,23
	Guía banda de material acero 1.0503 T7 DOSCIENTOS TREINTA Y CUATRO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
03.09	U Guía4	311,12
	Guías banda de material acero 1.0503 T7 TRESCIENTOS ONCE EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
03.10	U Guía5	54,03
	Guía banda de material acero 1.0503 T7 CINCUENTA Y CUATRO EUROS con TRES CÉNTIMOS	
03.11	U Expulsor	23,45
	Expulsor pieza base inferior de material acero 1.2379 T6 VEINTITRES EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
03.12	U Tope	11,72
	Tope paso de material acero 1.2379 T6 ONCE EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	

03.13	U Porta	56,89
	Portamuelle de material acero 1.0401	
	CINCUENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
03.14	U Guía banda	23,15
	Guía banda fase 1 de material acero 1.0503 T7	
	VEINTITRES EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	

4.4. Componentes mecánicos base superior

04.01	Matriz Doblado	59,89
	Matriz de doblado base superior material acero 1.2379 T6 5860	
	CINCUENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
04.02	U Matriz Doblado	45,30
	Matriz de doblado. Material acero 1.2379 T6 5860	
	CUARENTA Y CINCO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
04.03	U Cala	56,07
	Cala de material acero C15 base superior	
	CINCUENTA Y SEIS EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
04.04	U Cala	25,13
	Cala de acero C15 base superior.	
	VEINTICINCO EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
04.05	U Suplemento	54,01
	Suplemento columna de material acero ST37	
	CINCUENTA Y CUATRO EUROS con UNO CÉNTIMOS	
04.06	U Suplemento	87,41
	Suplemento de seguridad. Material acero 1.0401	
	OCHENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y UNO CÉNTIMOS	
04.07	U Suplemento	77,23
	Suplemento acero 1.0401	
	SETENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
04.08	U Macho	79,05
	Macho de corte de material acero 1.2379 T6 5860	
	SETENTA Y NUEVE EUROS con CINCO CÉNTIMOS	
04.09	U Porta	78,14
	Portamacho de material acero 1.050	
	SETENTA Y OCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
04.10	U Sufridera	78,53
	Sufridera base superior acero C75	
	SETENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS	
04.11	U Macho	143,33
	Macho base superior de material acero 1.2379 T6 5860	
	CIENTO CUARENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS	
04.12	U Macho	24,70
	Macho base superior de material acero 1.2379 T6 5860	
	VEINTICUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	

04.27	U Sufridera	89,23
	Sufridera base superior de material acero C75	
	OCHENTA Y NUEVE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
04.28	U Porta	97,13
	Portamacho base superior de material acero 1.0503	
	NOVENTA Y SIETE EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
04.29	U Sufridera	87,45
	Sufridera base superior de material acero C75	
	OCHENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
04.30	U Macho	120,80
	Macho base superior de material acero 1.2379 T6 5860	
	CIENTO VEINTE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
04.31	U Portamacho	56,00
	Portamacho base superior de material acero 1.0503	
	CINCUENTA Y SEIS EUROS	
04.32	U Sufridera	86,30
	Sufridera base superior de material acero C75	
	OCHENTA Y SEIS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
04.33	U Macho	87,25
	Macho de corte base superior de material acero 1.2379 T6 5860	
	OCHENTA Y SIETE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
04.34	U Portamacho	245,00
	Portamacho para macho de corte de material acero 1.0503	
	DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS	
04.35	U Sufridera	47,23
	Sufridera de material acero C75	
	CUARENTA Y SIETE EUROS con VEINTITRES	
04.36	U Macho	97,13
	Macho base superior de material acero 1.2379 T6 5860	
	NOVENTA Y SIETE EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
04.37	U Macho	73,21
	Macho base superior de material acero 1.2379 T6 5860	
	SETENTA Y TRES EUROS con VEINTIUNO CÉNTIMOS	
04.38	U Macho	35,00
	Macho de acero 1.2379 T6 5860	
	TREINTA Y CINCO EUROS	
04.39	U Cala	8,14
	Cala de material acero C15	
	OCHO EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
04.40	U Cala	23,18
	Cala de material acero C15	
	VEINTITRES EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS	

04.27	U Macho	96,15
	Macho base superior de material acero 1.2379 T6	
	NOVENTA Y SEIS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
04.28	U Cala	15,65
	Cala base superior de material acero C15	
	QUINCE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
04.29	U Suplemento	76,78
	Suplemento base superior acero ST37	
	SETENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
04.30	U Suplemento	43,02
	Suplemento de acero ST37	
	CUARENTA Y TRES EUROS con DOS CÉNTIMOS	
04.31	U Suplemento	66,79
	Suplemento de acero ST37	
	SESENTA Y SEIS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
04.32	U Suplemento	114,08
	Suplemento base superior de acero ST37	
	CIENTO CATORCE EUROS con OCHO CÉNTIMOS	
04.33	U Suplemento	97,98
	Suplemento de acero ST37	
	NOVENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
04.34	U Suplemento sujeción	87,61
	Suplemento de acero C15	
	OCHENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y UNO CÉNTIMOS	
04.35	U Suplemento amarre	67,13
	Suplemento amarre base superior acero 1.7030 T6 5860	
	SESENTA Y SIETE EUROS con TRECE CÉNTIMOS	
04.36	U Contrasellos	35,11
	Contrasellos base superior acero 1.2379 T6 5860	
	TREINTA Y CINCO EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
04.37	U Suplemento	35,41
	Suplemento acero C15	
	TREINTA Y CINCO EUROS con CUARENTA Y UNO CÉNTIMOS	
04.38	U Suplemento base superior	98,93
	Suplemento de material acero ST37	
	NOVENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS	
04.39	U Base superior troquel	890,47
	Base superior de material acero ST37	
	OCHOCIENTOS NOVENTA EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

4.5. Normalizados base superior

05.01	U Tornillo limitador	0,83
	Tornillo limitador ISO 7379 M16x90	
	CERO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	
05.02	U Contraestampa	45,12
	Contraestampas base superior 39V 1162/2 H1=42mm	
	CUARENTA Y CINCO EUROS con DOCE CÉNTIMOS	
05.03	U Cáncamos	58,04
	Cáncamos sujeción 2131.15.016.036	
	CINCuenta Y OCHO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS	
05.04	U Columna	92,45
	Columnas base superior E45.12.063315 - FIBRO	
	2022.25.063.315	
	NOVENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
05.05	U Brida	21,65
	Brida columnas E47.13.063- FIBRO 2073.46.063	
	VEINTIUNO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
05.06	U Punzón	17,76
	Punzón DAYTON APX-08-19-90-P4	
	DIECISIETE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
05.07	U Punzón	21,87
	Punzón DAYTON APX-10-19-90-P6.65	
	VEINTIUNO EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
05.08	U Punzón	32,54
	Punzón AJX-13-19-90-P10.1	
	TREINTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
05.09	U Portapunzón	15,23
	Portapunzón ART-10+URBP 1048	
	QUINCE EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	
05.10	U Punzón	12,76
	Punzón DAYTON APB-25-100-S/CROQUIS	
	DOCE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
05.11	U Casquillo	18,08
	Casquillo E46.10.040063- FIBRO 2082.	
	70.040	
	DIECIOCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS	
05.12	U Bidas casquillos	9,87
	Bidas para casquillos BRCSP50	
	NUEVE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	

05.13	U Cilindro	253,34
	Cilindros base superior AZOL-GAS CK 570 50	
	DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
05.14	U Bridas cilindros	42,65
	Bridas A34-038 sujeción cilindros	
	CUARENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
05.15	U Cilindros	123,76
	Cilindros base superior CT-1500-38	
	CIENTO VEINTITRES EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
05.16	U Muñequilla	54,98
	Muñequilla base superior 39V 1205/1	
	CINCUENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
05.17	U Expulsor	6,23
	Expulsor MBT 10 003-FIBRO 2472.01.010	
	SEIS EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS	
05.18	U Expulsor	8,76
	Expulsor parte superior J6M	
	OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
05.19	U Chaveta	42,98
	Chaveta base superior 39V 1304/7	
	CUARENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
05.20	U Chaveta	32,23
	Chaveta base superior 39V 1304/10	
	TREINTA Y DOS EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS	

4.6. Pisadores

06.01	U Pisador1	725,78
	Pisador base superior material acero ST37	
	SETECIENTOS VEINTICINCO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
06.02	U Pisador2	825,65
	Pisador base superior material acero ST37	
	OCHOCIENTOS VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
06.03	U Pisador3	883,45
	Pisador base superior material ST37	
	OCHOCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
06.04	U Columna	170,72
	Columna pisadores CEN D40X110-FIBRO 2021.29.040.110	
	CIENTO SETENTA EUROS con SETENTA Y DOS CÉNTIMOS	
06.05	U Piloto	2,38
	Pilotos base superior MOELLER MSV 10 P=10mm L=22mm	
	DOS EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS	
06.06	U Suplemento	35,63
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	TREINTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
06.07	U Suplemento	46,44
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	CUARENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
06.08	U Expulsor	5,23
	Expulsores pieza base superior D4x19	
	CINCO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS	
06.09	U Suplemento	45,07
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	CUARENTA Y CINCO EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
06.10	U Suplemento	63,77
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	SESENTA Y TRES EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
06.11	U Suplemento pisador	125,11
	Suplemento pisador material acero 1.2379 T6 5860	
	CIENTO VEINTICINCO EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
06.12	U Suplemento	78,25
	Suplemento pisador material acero 1.2379 T6 5860	
	SETENTA Y OCHO EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	

06.13	U Suplemento	61,07
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	SESENTA Y UNO EUROS con SIETE CÉNTIMOS	
06.14	U Suplemento	45,78
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	CUARENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
06.15	U Suplemento pisador	58,83
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	CINCUNTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS	
06.16	U Suplemento pisador	123,91
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	CIENTOVEINTITRES EUROS con NOVENTA Y UNO CÉNTIMOS	
06.17	U Expulsores	7,63
	Expulsor pieza base superior MBD 10 005	
	SIETE EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS	
06.18	U Expulsores	12,14
	Expulsores pieza MBD 8 003	
	DOCE EUROS con CATORCE CÉNTIMOS	
06.19	U Reacción	63,44
	Reacciones base superior material bronce al aluminio	
	SESENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
06.20	U Suplemento pisador	45,11
	Suplemento pisador material acero 1.2842	
	CUARENTA Y CINCO EUROS con ONCE CÉNTIMOS	
06.21	U Tope	11,68
	Tope amortiguación C17.20.1625	
	ONCE EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
06.22	U Limitación	34,81
	Limitación base superior material acero 1.0503	
	TREINTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y UNO CÉNTIMOS	

5. Presupuesto referente a los materiales

5.1. Coste materia prima

Se ha calculado la cantidad de material necesario y su precio correspondiente.

ACERO 1.2379			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Cuchillas inferiores	7	145,231	326,76975
Macho Doblado	4	98,245	221,05125
Cala	2	13,789	31,02525
Fondo Móvil	1	7,013	15,77925
Pisador	1	67,896	152,766
Centradores	2	1,237	2,78325
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Tope Paso	1	4,789	10,77525
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Matriz Doblado	2	78,423	176,45175
Macho	9	125,792	283,032
Contrasellos	2	23,742	53,4195
PISADORES			
Suplemento pisador	2	17,325	38,98125
Total	33	583,482	1312,8345

Acero 1.0503			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Guía	2	54,851	78,365
Distanciadores	12	190,781	178,325
Cazoletas	8	96,741	45,793
Calas	8	54,365	13,458
Portamatrices	3	223,458	132,478
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Distanciadores	8	93,412	98,321
Guía banda	18	78,235	223,547
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Portamacho	4	93,651	223,547
Suplemento base	4	123,478	124,788
PISADORES			
Limitación	12	230,782	223,874
Total	79	1239,754	1342,496

Chapa lagrimada			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Rampas	4	46,235	53,17025
Total	4	46,235	53,17025

ACERO 1.0401			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	4	147,652	172,75284
Portasello	2	11,365	43,471
Soporte	1	4,369	5,11173
Soporte sensor	1	2,354	2,75418
Tope	2	1,987	2,32479
Soporte balancín		4,235	4,95495
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Porta muelle	1	1,365	1,59705
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento seguridad	4	33,458	39,14586
Suplemento base	4	115,785	135,46845
Total	19	322,57	407,58085

Acero ST-37			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Suplemento casquillos	4	45,789	103,94103
Paralelas	13	425,365	623,458
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Parrillas	2	360,478	712,365
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	6	478,365	1085,88855
Base Superior	1	785,412	1782,88524
Suplemento columnas	4	178,321	404,78867
PISADORES			
Pisadores	3	625,374	1419,59898
Total	33	2899,104	6132,92547

Acero C15			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Bridas	8	45,785	56,31555
Balancín	1	36,214	44,54322
Suplementos	6	231,458	284,69334
Suplemento base	4	123,896	152,39208
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	1	23,478	28,87794
Suplementos	12	187,963	231,19449
Cala	6	17,841	21,94443
Total	38	666,635	819,96105

Acero C45			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Bridas	8	78,145	105,49575
Total	8	78,145	105,49575

Acero C75			
Pieza	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Sufridera	5	98,324	142,5698
Total	5	98,324	142,5698

ACERO 1.2842			
PISADORES	Unidades	Peso (kg)	Importe(€)
Suplemento pisador	22	178,654	262,62138
Total	22	178,654	262,62138

6. Tiempos y coste de fabricación

ACERO 1.2379			
Pieza	Unidades	Tiempo(min)	Tiempo total
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Cuchillas inferiores	7	1320,85	2971,9125
Macho Doblado	4	652,47	1468,0575
Cala	2	25,38	57,105
Fondo Móvil	1	63,78	143,505
Pisador	1	423,87	953,7075
Centradores	2	42,89	96,5025
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Tope Paso	1	34,25	77,0625
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Matriz Doblado	2	78,96	177,66
Macho	9	62,23	140,0175
Contrasellos	2	123,78	278,505
PISADORES			
Suplemento pisador	2	623,78	1403,505
Total	33	3452,24	7767,54

ACERO 1.0401			
Pieza	Unidades	Tiempo(min)	Tiempo total
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	4	457,69	535,4973
Portasello	2	123,47	43,471
Soporte	1	93,78	109,7226
Soporte sensor	1	147,25	172,2825
Tope	2	32,45	37,9665
Soporte balancín		9,78	11,4426
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Porta muelle	1	36,96	43,2432
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento seguridad	4	63,78	74,6226
Suplemento base	4	195,65	228,9105
Total	19	1160,81	1257,1588

Acero 1.0503			
Pieza	Unidades	Tiempo(min)	Tiempo total
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Guía	2	78,96	78,365
Distanciadores	12	175,32	178,325
Cazoletas	8	45,87	45,793
Calas	8	63,47	13,458
Portamatrices	3	654,24	132,478
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Distanciadores	8	135,78	98,321
Guía banda	18	147,36	223,547
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Portamacho	4	78,36	223,547
Suplemento base	4	96,23	124,788
PISADORES			
Limitación	12	460,78	223,874
Total	79	1936,37	1342,496

Acero ST-37			
Pieza	Unidades	Tiempo(min)	Tiempo total
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Suplemento casquillos	4	71,23	161,6921
Paralelas	13	360,78	623,458
PARRILLAS Y EXPULSOR			
Parrillas	2	48,78	712,365
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	6	190,78	433,0706
Base Superior	1	750,15	1702,8405
Suplemento columnas	4	210,45	477,7215
PISADORES			
Pisadores	3	451,23	1024,2921
Total	33	2083,4	5135,4398

Acero C15			
Pieza	Unidades	Tiempo(min)	Tiempo total
BASE INFERIOR MECANIZADOS			
Bridas	8	36,25	44,5875
Balancín	1	78,26	96,2598
Suplementos	6	125,78	154,7094
Suplemento base	4	234,89	288,9147
BASE SUPERIOR MECANIZADOS			
Suplemento base	1	178,36	219,3828
Suplementos	12	365,47	449,5281
Cala	6	56,78	69,8394
Total	38	1075,79	1323,2217

<i>Componente</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Mecanizado (h)</i>	<i>Rectificado (h)</i>	<i>Tratamiento térmico</i>	<i>Coste tratamiento</i>
<i>Placa base superior</i>	1	24	5		
<i>Placa base inferior</i>	1	24	5		
<i>Placa sufridera superior</i>	1	20	4	Temple: 3 €/Kg	39
<i>Placa sufridera inferior</i>	1	20	4	Temple: 3 €/Kg	39
<i>Placa pisadora</i>	1	20	3	Temple: 3 €/Kg	63,9
<i>Placa porta matrices</i>	1	72	4		
<i>Placa porta punzones</i>	1	72	4		
<i>Placa guía punzones</i>	1	20	6	Temple: 3 €/Kg	105
<i>Placa de anclaje superior</i>	1	5	2		
<i>Conjunto Punzones</i>		62	14	Temple: 3 €/Kg	30,6
<i>Conjunto matrices</i>		104	10	Temple: 3 €/Kg	13,5
		<i>Total (h)</i>	443	61	coste tratami ento 277,5€
		<i>Total Coste</i>	22150	3050	Total coste material es 1532,75€
<u>COSTE TOTAL</u>					<u>26960,25 €</u>

Se ha estimado que los minutos totales que hay que emplear para la fabricación de todas las piezas es de unos 35.000 minutos, es decir, unos 25 días. El tiempo de montaje y ajuste se realiza a estima, teniendo en cuenta el tamaño y número de piezas y operarios que intervienen. Esto, incluye tanto el montaje del troquel como las pruebas que se deban realizar hasta la producción de la pieza con una calidad aceptable. El tiempo de montaje se estima en 12 días en un turno de 9 horas diarias, 3 obreros, con lo cual, unas 323 horas

7. Presupuestos parciales

7.1. Precio mano de obra

Trabajo a realizar	€/h
Trabajos de mecanizado en taller	71
Trabajos de montaje y prueba	32

Trabajo	Tiempo (min)	Precio hora (euros/h)	Precio total (euros)
Mecanizado piezas no comerciales	530	71	37630
Montaje y prueba	126	32	4032
TOTAL			41662€

Precio total materia prima

Material	Peso Tot. (Kg)	Precio (euros/Kg)	Precio (euros)
Calibrado	322	1,17	376,74
F114	1239	1,35	1725
F522	6748,9	2,12	1258,98
1.2379	583,23	2,25	1345,7
C15	666	1,23	3890,05
1.0503	1239	1,27	1537
ST37	2899	2,27	6580
TOTAL			17683,25€

7.2. Presupuesto referente a la fabricación de la pieza

El precio de la banda de chapa de acero inoxidable es de 3.11 €/kg. El material necesario mensual vendrá definido por la producción mensual de piezas dividido entre el número de piezas que realiza la matriz en un golpe de prensa, multiplicado por el paso.

$$\text{Material} = (0,06)\text{m} \times (900.000 / 1 \text{ pieza/golpe}) = 54.000\text{m}$$

Se emplea una bobina de 200 m de chapa, con lo cual se realizarán 270 cambios de bobina al mes.

El coste mensual de material se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Coste} = \text{Volumen de chapa} \times \text{densidad} \times 3,12 \text{ €/Kg}$$

$$\text{Coste} = (54000 \times 0.112 \times 0.0005) \times 7900 \text{ Kg/m}^3 \times 3,12 \text{ €/Kg} = 74535,552\text{€}$$

El coste del material anual que se va a utilizar en la matriz es:

$$\text{Coste material} = 295.317 \text{ €} \times 12 \text{ meses} = 894426,624\text{€}$$

Se incluyen los costes de montaje de la matriz en el coste de trabajo, su posterior ajuste y la fase de pruebas necesarias para iniciar el proceso de fabricación de las piezas con éxito.

Proceso	Tiempo (h)	€/h	Costes
Montaje	6	50	300
Ajuste	8	50	400
Fase de pruebas	2	25	50
COSTE TOTAL			750 €

7.3. Coste del mantenimiento

El mantenimiento juega un papel esencial de las piezas producidas y en la vida de la matriz. Es recomendable que cada 500.000 punzonados se haga un mantenimiento por parte de un operario. El hecho de tener que hacer un mantenimiento cada 500.000 punzonadas implica que cada 11 días aproximadamente se realice el mantenimiento. Consiste en rectificar punzones y cajas matrices 0,05mm si procede. Este mantenimiento tiene una duración aproximada de una jornada laboral, 8 horas. Al mes se llevarán a cabo 3 mantenimientos. Al superar los 10 rectificadores se deberán sustituir los punzones y cajas matrices.

El coste de rectificar todos los punzones y las cajas matrices 36 veces será de:

$$\text{Coste} = 4 \text{ h/rectificado} \times 20 \text{ €/h} \times 24 \text{ rectificados} = 1920 \text{ €}$$

A estos dos costes hay que sumarle el coste de la mano de obra de desmontar y montar los punzones y cajas matrices, así como de ajustarlos.

	<i>Tiempo (h)</i>	<i>€/h</i>	<i>Costes</i>
<i>Montaje</i>	2	20	40
<i>Ajuste</i>	1	20	20
<i>TOTAL</i>			60€

Cada vez que se realiza alguna operación de montaje se produce un coste por mano de obra de 60 €. Como al cabo de un año se realizan 24 rectificados y 2 sustituciones de punzones y cajas matrices, se produce un coste de:

$$\text{Coste} = (24 + 2) \times 60 \text{ €} = 1560 \text{ €}$$

El coste total de mantenimiento durante un año de vida útil de la matriz será:

$$\text{Coste mantenimiento} = 1920 + 1560 = 3480 \text{ €}$$

8. Presupuesto general

El presupuesto general es la suma del presupuesto parcial:

Total Piezas Comerciales	24387,34 €
Total Materia Prima	17683,25 €
Total Mano de Obra	41662 €
Coste total	83732,59 €

El precio de venta final del troquel se obtiene añadiendo al coste total de la matriz un porcentaje que contiene el beneficio industrial, impuestos y costos de puesta en marcha, añadiendo finalmente el %IVA correspondiente.

9. Resumen de presupuesto

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	83732,59
13 % Gastos generales	10885,236
6 % Beneficio industrial	5023,955
Suma	99641,826
21% IVA	20924,78
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	120566, 61

Resultando un **PRECIO DE VENTA** de **120566,61 €**

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO VEINTE MIL QUINIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y UNO CÉNTIMOS

Logroño, 13 de noviembre de 2017

Omar Sáenz Magaña
Graduado en Ingeniería Mecánica